

**APRENDIZAJE DEL CONCEPTO DE REACCIONES QUÍMICAS MEDIANTE
EL MODELO DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN LOS ESTUDIANTES DE
LA UCM**



LUISA FERNANDA GÓMEZ OCAMPO

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES
FACULTAD ESTUDIOS SOCIALES Y EMPRESARIALES
MAESTRÍA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS
MANIZALES
2018**

**APRENDIZAJE DEL CONCEPTO DE REACCIONES QUÍMICAS MEDIANTE
EL MODELO DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN LOS ESTUDIANTES DE
LA UCM**

LUISA FERNANDA GÓMEZ OCAMPO

**PROYECTO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE MAGISTER EN
ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS**

**TUTOR
MG. YOANY ANDRÉS PATIÑO FRANCO**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES
FACULTAD ESTUDIOS SOCIALES Y EMPRESARIALES
MAESTRÍA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS
MANIZALES**

2018

AGRADECIMIENTOS

A Dios por las fuerzas para continuar cuando ya no se quería más o no se podía más y poder terminar.

A mi tutor Mg. Yoany Andrés Patiño Franco por su apoyo, dedicación y orientación para la realización de mi trabajo de grado, su acompañamiento fue muy valioso.

A mis Padres Luis F. Gómez y Martha L. Ocampo, por su paciencia, amor y apoyo incondicional, en los momentos más difíciles.

De manera especial al magíster Jhon Jairo Henao García, por su tiempo, consejos, paciencia, comprensión y valiosos aportes.

A mis compañeros de trabajo por sus tiempos, consejos, paciencia, comprensión y valiosos aportes y a todos aquellos que de una u otra forma participaron en la realización de este trabajo.

A mi hermano y mi familia quienes siempre estuvieron ahí para apoyarme y fueron un gran apoyo emocional durante el tiempo en que escribía esta tesis.

RESUMEN

Objetivo: Identificar las relaciones que se establecen entre la resolución de problemas y el aprendizaje del concepto de reacciones químicas en los estudiantes de la UCM.

Metodología: El presente trabajo de investigación es cualitativo comprensivo que consiste en proporcionar una serie de situaciones que representen problemáticas diversas de la vida real para que se estudien y analicen, de esta manera, se pretende afianzar en los alumnos la generación de soluciones frente a las mismas

Resultados: Se evidencia aprendizaje del concepto de reacciones químicas y la resolución de problemas, dentro de las respuestas de los estudiantes en la fase inicial sus respuestas se encuentran en esta subcategoría que comprobó que los estudiantes aún presentan una idea continua de la estructura de la materia, pero a diferencia del anterior toman las características del fenómeno, y a partir de ellas, dan sus explicaciones.

Conclusiones: Mediante el trabajo se pudo evidenciar la relación que se establece entre la resolución de problemas y el aprendizaje del concepto de reacciones químicas en los estudiantes de la UCM, a partir de los modelos explicativos y la resolución de problemas se logró que pasaran de la redesccripción de la experiencia y de enunciar el problema a describir el experimento según sus observaciones, utilizando datos de las instrucciones para justificar sus respuestas a que los estudiantes identificaran de uno o dos variables, en este nivel se reconocieron las variables sin realizar algún tipo de relaciones entre ellas.

Palabras Claves: reacciones químicas, enseñanza, aprendizaje, resolución de problemas.

ABSTRACT

Objective: To identify the relationships established between problem solving and learning of the concept of chemical reactions in the UCM students.

Methodology: This research work is qualitative comprehensive that it consists of providing a series of situations that represent various real-life problems to study and analyse, in this way, is intended to strengthen in the students the generation of solutions to the same

Results: there is evidence of learning of the concept of chemical reactions and problem solving within the answers of the students in the initial stage their responses are in this subcategory that has proved that students still have a continuing idea of the structure of matter, but unlike the previous take the characteristics of the phenomenon, and from them, give their explanations.

Conclusions: By means of work demonstrate the relationship that is established between problem solving and learning of the concept of chemical reactions in students of the UCM explanatory models and problem solving is achieved It will pass from the redescription of experience and enunciate the problem to describe the experiment according to their observations, using data from the instructions to justify answers that students will identify one or two variables, in this level recognized variables without performing some kind of relationship between them.

Key words: reactions chemistry, teaching, learning, problem solving, problems.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1 PRESENTACIÓN	12
2 ANTECEDENTES.	14
3 ÁREA PROBLEMÁTICA Y PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	15
3.1 Área problemática.	15
3.2 Pregunta de investigación.....	20
4 JUSTIFICACIÓN.....	21
5 REFERENTE TEÓRICO	23
5.1 Referente conceptual	23
5.1.1 Pensamiento crítico	23
5.1.2 Una clasificación de los problemas.....	29
5.1.3 Una Mirada Teórica.....	32
5.2 Generalidades sobre las Obstáculos en la Enseñanza y Aprendizaje de conceptos científicos.....	39
5.2.1 Definición macroscópica de reacción química.	39
6 OBJETIVOS.....	41
6.1 Objetivo general.....	41
6.2 Objetivos específicos.	41
7 METODOLÓGICA.....	42
7.1 Diseño de la Investigación.....	42

7.2	Tipo de estudio	43
7.3	Unidad de Análisis y Unidad de Trabajo	44
7.3.1	Unidad de Análisis	44
7.3.2	Unidad de Trabajo	44
7.4	Técnicas e Instrumentos	44
7.5	Selección de la Información	44
7.6	Triangulación de la Información	45
7.6.1	Niveles y categorías de análisis	45
8	RESULTADOS	48
8.1	Descripción concreta del fenómeno	52
8.1.1	La descripción a partir de las características del fenómeno	52
8.1.2	Explicación macroscópica del fenómeno	53
8.1.3	Explicación del fenómeno desde la composición	54
8.1.4	Explicación corpuscular del fenómeno	54
8.1.5	Movimiento y vacío en las partículas	55
8.2	Síntesis, análisis y discusión de resultados	59
8.2.1	Síntesis, análisis y discusión de los resultados iniciales	59
8.3	Descripción de la práctica. Laboratorio Tipo de Reacciones Químicas	71
8.3.1	Síntesis, análisis y discusión de los resultados después de la intervención de la Práctica de Tipo de Reacciones Químicas.	72
8.3.2	Análisis de los resultados obtenidos en la Solución de Problemas	73

8.3.3	Síntesis, análisis y discusión de los resultados después de la intervención de la Resolución de Problemas.	75
8.4	Descripción de la práctica. Laboratorio Óxido – Reducción	77
8.4.1	Síntesis, análisis y discusión de los resultados después de la intervención de la práctica de óxido - reducción	78
8.4.2	Análisis de los resultados obtenidos en la Solución de Problemas	79
8.4.3	Síntesis, análisis y discusión de los resultados después de la intervención de la Resolución de Problemas.	81
8.5	Descripción de la práctica. Laboratorio Cálculos Estequiométricos.....	83
8.5.1	Síntesis, análisis y discusión de los resultados después de la intervención de la práctica de Estequiometria.....	84
8.5.2	Análisis de los resultados obtenidos en la Solución de Problemas	85
8.5.3	Síntesis, análisis y discusión de los resultados después de la intervención de la Resolución de Problemas.	86
9	DISCUSIÓN FINAL	88
9.1	Progresión del concepto de Reacciones Químicas	88
10	CONCLUSIONES	89
11	RECOMENDACIONES	90
12	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	91
13	ANEXOS	94

Lista de tablas

Pág.

Tabla 1. Características de los problemas según el procedimiento seguido en su resolución.	30
Tabla 2. Algunas variables que pueden influir en la tarea de resolver problemas.	31
Tabla 3. Categorías para el análisis de la información sobre reacciones químicas.	45
Tabla 4. Palabras claves para identificar las categorías para el análisis de la información relacionadas con el concepto de reacción química.	46
Tabla 5. Niveles y categorías de análisis.	46
Tabla 6. Categorías para el análisis de la información sobre reacciones químicas.	48
Tabla 7. Palabras claves para identificar las categorías para el análisis de la información relacionadas con el concepto de reacción química.	49
Tabla 8. Ideas relacionadas con el concepto	51
Tabla 9. Síntesis, análisis y discusión de los resultados iniciales	59
Tabla 10. Respuestas de los estudiantes al concepto de reacciones químicas y laboratorio tipo de reacciones químicas.	69
Tabla 11. Respuestas de los estudiantes a Resolución de Problemas	73
Tabla 12. Respuestas de los estudiantes al concepto de óxido – reducción. Laboratorio oxido - reducción	76
Tabla 13. Respuestas de los estudiantes a Resolución de Problemas	79
Tabla 14. Laboratorio Cálculos Estequiométricos	82
Tabla 15. Respuestas de los estudiantes a Resolución de Problemas	85

Lista de figuras

Figura 1. Diseño metodológico en el cual se indica el recorrido investigativo del problema.	42
Figura 2. Modelos explicativos de las reacciones químicas	50

Lista de apéndices

	Pág.
Anexo A. Unidad Didáctica	94
Anexo B. Instrumento 1. Cuestionario Saberes Previos.....	96
Anexo C. Instrumento 2. Tipos de reacciones químicas	98
Anexo D. Instrumento 3. Oxido - Reducción.....	103
Anexo E. Instrumento 4. Cálculos Estequiométricos	108

1 PRESENTACIÓN

El presente trabajo de investigación surge a partir de la necesidad de diseñar una mediación didáctica para fortalecer los procesos de enseñanza y aprendizaje sobre el concepto de reacciones químicas en los estudiantes de primer semestre de la Universidad Católica de Manizales, en los programas de enfermería y bacteriología.

Se pretende identificar las relaciones que se establecen entre la resolución de problemas y el aprendizaje del concepto de reacciones químicas. La idea de trabajar sobre problemas en contexto es una oportunidad para abordar conceptos en ciencias que son difíciles de entender por su alto grado de contextualización, como lo es, el concepto objeto de estudio de esta investigación.

Al hacer revisión bibliográfica, se ha encontrado que algunos autores como Benitez & Valderrama (2014) sugieren la necesidad de pensar en formas adecuadas para la enseñanza que garanticen procesos de aprendizajes; como una alternativa para el mejoramiento del aprendizaje se plantea la posibilidad de promover aprendizajes en los estudiantes a partir de las ideas previas, en este caso específicamente sobre el concepto de reacciones químicas, mediante la exploración de sus concepciones a través de la solución de problemas propios de su saber específico.

Esta investigación contiene cuatro capítulos, en el primero se encuentra, el planteamiento del problema donde se pretende identificar la relación entre el aprendizaje y el desarrollo de modelos explicativos del concepto de reacciones químicas a partir de la estrategia didáctica, descripción del problema, justificación y objetivos a alcanzar, en el capítulo 2, marco teórico que sustenta la investigación, antecedentes y el desarrollo de la categoría de estudio como son los modelos explicativos y el aprendizaje como un cambio gradual que implica el enriquecimiento de las ideas iniciales de los estudiantes sobre el concepto científico de reacción química; en el capítulo tres se encuentra el proceso metodológico, diseño de la investigación, tipo de estudio, unidad de análisis y unidad de trabajo, técnica e instrumentos, triangulación de la información y selección de la información; y en el capítulo cuatro se presenta el análisis e interpretación de la

información, discusión final, y se exponen algunas conclusiones generales a partir de la investigación, recomendaciones, bibliografía y anexos.

El propósito de esta investigación es identificar la relación entre el aprendizaje y el desarrollo de modelos explicativos del concepto de reacciones químicas a partir de la estrategia didáctica conocida como resolución de problemas, propuesta adscrita a la línea de investigación en Didáctica de las Ciencias Naturales.

2 ANTECEDENTES.

La enseñanza y el aprendizaje de la química orgánica en el nivel superior no han sido aún muy explorados (Bodner & Weaver, 2008), a pesar de que *el primer curso universitario de la asignatura representa un obstáculo para la mayoría de los alumnos* (Katz, 1996). Una de las situaciones que se presentan en la enseñanza y aprendizaje de conceptos químicos visibles en los estudiantes está relacionada con la comprensión de las reacciones químicas; es común percibir que la mayoría de los estudiantes construyen explicaciones teniendo en cuenta hechos observables y muy pocos lo hacen desde el punto de vista microscópico, atendiendo a un modelo particular sobre conceptos de química al culminar sus estudios, Chastrette, M.& Franco, M. (1991) afirma que *cuando los estudiantes terminan sus estudios de secundaria suelen persistir problemas en la comprensión de conceptos químicos* (p. 244), tal es el caso identificado en estudiantes de la UCM, quienes al ingresar a sus estudios universitarios no logran explicar el fenómeno de reacciones químicas estableciendo relación de lo observado a nivel microscópico con el nivel microscópico de la materia.

3 **ÁREA PROBLEMÁTICA Y PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

3.1 **Área problemática.**

En distintas partes del mundo surgen investigaciones, proyectos, ensayos, programas y experimentos orientados a buscar nuevas formas de educar, de orientar al niño y al joven para la vida. Muchos comparten las mismas inquietudes: *el colegio es aburrido, monótono, enseña cosas que no son útiles, no me motiva no me atrae, no lo disfruto*. (Espinosa, 2009)

Es ahí donde surge la reflexión de nuestras prácticas docentes y las interacciones con nuestros estudiantes donde se evidencian ciertos aspectos importantes en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la química como son:

- Ausencia de situaciones que involucren las vivencias cercanas a las relaciones sociales y culturales de los estudiantes en la presentación y el desarrollo de actividades propuestas.
- Falta de conciencia por parte de nosotros como profesores respecto a la individualidad de nuestros estudiantes, lo cual influye en los procesos de enseñanza y aprendizaje.
- Los estudiantes muestran poco interés por el aprendizaje de la química, lo cual se evidencia en la poca motivación para realizar las diferentes actividades que se les proponen. (Cantillo & Vallarta, 2002)

Observando los aspectos mencionados, vemos la necesidad de generar un ambiente y una propuesta metodológica que le brinde a los docentes una estrategia dinámica de enseñanza y que involucre más a los estudiantes en su aprendizaje, en especial el relacionado con la química, como la posibilidad que los estudiantes produzcan elementos nuevos en sus procesos de aprendizaje; es común percibir que la mayoría de los estudiantes construyen explicaciones teniendo en cuenta hechos observables y muy poco lo hacen desde el punto de vista microscópico, atendiendo a un modelo particular de las reacciones químicas. Refiriéndose a la comprensión de los estudiantes sobre conceptos de química al culminar sus estudios, Chastrette, M. & Franco, M. (1991) afirma que *cuando los estudiantes terminan sus estudios de secundaria suelen persistir problemas en la comprensión de conceptos*

químicos (p.244), tal es el caso identificado en estudiantes de la Universidad Católica de Manizales, de los programas de enfermería y bacteriología, de primer semestres donde se orienta la asignatura de química como ciencia básica; quienes al terminar su educación básica y media no logran explicar el fenómeno de reacciones químicas estableciendo relaciones de lo observado a nivel macroscópico con el nivel microscópico de la materia.

Esta situación despierta el interés de la investigación por conocer las ideas que los estudiantes tienen sobre la reacción química para proponer y desarrollar un trabajo de aula que contribuya a un mayor acercamiento científico de este concepto; será entonces la relación solución de problemas y planeación como lo será la unidad didáctica en este caso, la que configura uno de los ejes de trabajo alrededor del cual se desarrollan. Desde la literatura, la planeación es vista como *la secuencia de las acciones y para repensar la situación propuesta*. (Das, Kar, & Parrilla, 1998) La planeación facilitará llevar a cabo un comportamiento propositivo, dirigido a alcanzar metas y/o resolver problemas.

Un problema es una situación, cuantitativa o no, de la que se pide una solución, para la cual los individuos implicados no conocen medios o caminos evidentes para obtenerla. Del mismo modo, se habla de umbral de problematicidad para cada persona (Jansweijer, Elshout, & Wielinga, 1990), por encima del cual se puede decir que *una situación constituye un verdadero problema para la persona en cuestión, definición esta que niega la existencia de problemas estándar para todos los sujetos y por ende formas generalizadas de abordarlos, lo que permite pensar en formas de planeación diferentes*. (Becerra, Gras-Martí, & Martínez-Torregrosa, 2004)

Desde esta perspectiva, la planeación debería acompañar cada una de las nuevas situaciones problemas a las que se enfrenta el sujeto cotidianamente, sean estas de tipo académico o de la vida diaria; sin embargo, cuando se observa el desempeño de personas frente a un problema nuevo para él, no faltan ocasiones en las que éste lo enfrenta desde acciones más de tipo ensayo - error, donde el logro de la meta se ve acompañado por la presencia de distintas propuestas de abordaje, vueltas al punto de partida y poco monitoreo y evaluación de lo llevado a cabo.

Es necesario trabajar en reconocer los obstáculos que se generan y ahondar en ellos, permitiendo la entrada de nuevos modelos que coincidan con los existentes para alcanzar procesos de enseñanza y aprendizaje más efectivos.

Es por ello que se pretende identificar la relación entre el aprendizaje y el desarrollo de modelos explicativos del concepto de reacciones químicas a partir de la estrategia didáctica conocida como aprendizaje basado en problemas (ABP), y en especial las reacciones químicas (motivo de investigación en este trabajo), además se podría pensarse que el sistema didáctico evidenciado en las aulas de clase, tradicionalmente ha mantenido la constante de privilegiar al saber cómo el componente de mayor preferencia, en este sentido se da a entender al saber en sí, como el elemento principal dentro del contexto educativo, bajo la idea de que lo importante que es “aprender” y esto se consigue entendiendo los conceptos que el docente entrega; es decir, se asume que el mero hecho de recibir la información es más que suficiente para interiorizar una idea.

Seguido se encuentran los docentes, bajo la perspectiva de ser “dueños” del conocimiento y de ofrecer a los estudiantes lo que ellos consideren necesario, haciendo entonces que el aprendizaje se convierta en una simple acumulación de datos, cifras o algoritmos que en muchas ocasiones no tienen una intención definida y no son recreables en contexto. Pero, es importante aclarar que en la actualidad, los éxitos que se dan en la escuela, son logrados a partir de apuestas educativas diferentes en docentes que ven en la enseñanza un reto al que deben enfocarse esfuerzos para alcanzar aprendizajes en profundidad y con sentido (algo deseable y sobre lo que se debe apuntar en todas las disciplinas en los contextos escolares).

Por último, se encuentran los estudiantes; se indica esto pues en muchas instituciones educativas se ve como éstos son tan solo acumuladores de información, los cuales muchas veces ni siquiera le ven sentido a lo que reciben, y solo atienden a responder acorde a las conveniencias de los docentes y lo que éstos quieren escuchar; Por ello, la necesidad de trabajar sobre estas dificultades, y como propósito de esta investigación, hablar de la solución de problemas como ejes articuladores de la enseñanza (Hmelo-Silver & Barrows, 2008; Chin & Chia, 2006; Gascón, 1985; López & Costa, 1996; Lorenzo, 2005; Pomés, 1991; Sendag & Odabasi 2009; Sigüenza & Saenz, 1990) donde sean tenidos en cuenta en el

campo de la enseñanza de la ciencias, donde han sido estudiados y documentados (Camacho & Quintanilla, 2008; Campanario & Moya, 1999; García, 1998, 2000; Garret, 1988; Gil, et al, 1992; Perales, 1998; Sigüenza & Saenz, 1990; Sonmez & Lee, 2003). Se pretende lograr aprendizajes del concepto de reacciones químicas en los estudiantes de la UCM mediante el modelo de aprendizaje basado en la resolución de problemas.

Esta caracterización contribuirá a mejorar los resultados académicos y la superación de los altos niveles de fracaso escolar.

Otra contribución significativa es la reflexión sobre la evaluación en clase a través de solución de problemas. La resolución de problemas hace parte importante de los aspectos educativos que cualquier alumno suele relacionar al momento de aprender ciencias. Ese reconocimiento suele también identificarse con listas interminables de problemas suministradas por el profesor o incluidas en monografías, pero en las que el alumno es incapaz de hallar una mínima relación con los problemas que acontecen en su quehacer diario. La conducta rutinaria descontextualizada que desencadena el profesor y el alumno en la resolución de problemas tradicional se ha venido desordenado década tras década.

El resultado no puede ser más frustrante: altos índices de fracaso escolar, rechazo a estas materias durante la enseñanza obligatoria o descensos preocupantes en el índice de inscripción de los estudiantes universitarios en carreras científicas. (Palacios, 2010)

Resulta evidente, pues, la necesidad de renovar en profundidad este tópico educativo, tal y como reclaman insistentemente expertos e investigadores en Didáctica de las Ciencias Experimentales. La resolución del problema es el proceso de ataque de ese problema: aceptar el desafío, formular preguntas, clarificar el objetivo, definir y ejecutar el plan de acción y evaluar la solución. Llevará consigo el uso de la heurística, pero no de una manera predecible, porque si la heurística pudiera ser prescrita de antemano, entonces ella se convertiría en algoritmo y el problema en ejercicio.

En la resolución de problemas podemos servirnos de modelos o guías que nos faciliten el camino que debemos recorrer a lo largo de todo el proceso de resolución.

Existe entonces un consenso prácticamente unánime, entre los educadores a favor de la oportunidad de que los estudiantes de ciencias resuelvan problemas o hagan trabajos prácticos en el laboratorio, pero ¿para qué? En las clases tradicionales esa pregunta,

aplicada a la resolución de problemas, podría tener un primer nivel de respuesta a partir de un análisis de su utilidad habitual:

- Las clases dedicadas a problemas persiguen que el alumno sepa aplicar las nociones teóricas previas, por un lado, y que aprenda a resolverlos, por el otro; por cuanto se supone que representan un buen medio para la adquisición de determinadas habilidades consustanciales con el aprendizaje científico.
- La inclusión de problemas en los exámenes de materias científicas (química) supone es consideración como un instrumento evaluador especialmente indicado para estas disciplinas.
- Si se ajusta y completa el objetivo clásico de acuerdo con las nuevas tendencias educativas, podríamos afirmar que, la resolución de problemas podría permitir:
- Diagnosticar las ideas previas de los alumnos y ayudarles a construir sus nuevos conocimientos a partir de las mismas.
- Adquirir habilidades de distintos rango cognitivo.
- Promover actitudes positivas hacia la Ciencia y actitudes científicas.
- Acercar los ámbitos de conocimiento científico y cotidiano, capacitando al alumno para resolver situaciones problemáticas en este último.
- Evaluar el aprendizaje científico del alumno.

Los supuestos que se asumen tras ese enfoque, podrían ubicarse alrededor de la enseñanza tradicional de las ciencias y de la psicología conductista. En la resolución de problemas se concebiría como una actividad cuyo principal objetivo consistiría en que el alumno alcance como meta la solución correcta del problema, valorando, a tal, efecto las variables que pudieron contribuir a ello. La identificación de variables que correlacionan fuertemente con el éxito en la resolución de problemas permitirá, en última instancia, extraer leyes experimentales que predijeran el rendimiento de los alumnos en dicha tarea y, consiguientemente, planificar de un modo más “científico” su enseñanza.

García Aretio (2006) señala que *las diversas comunidades educativas se están viendo obligadas a imaginar y proyectar nuevos espacios, contextos o escenarios que traten de adecuar el ambiente a la nueva o a la futura realidad que acecha.*

Dado lo anterior, se espera que al trabajar sobre estrategias de solución de problemas inducidas por los docentes en el aula de clase, se pueda conseguir mejores resultados en cuanto al aprendizaje y adquisición de conceptos, que por su abstracción son difíciles de entender y comprender, como es el caso de las reacciones químicas.

3.2 Pregunta de investigación

De ahí, surge la formulación del problema: ¿Cuál es la relación entre la resolución de problemas y el aprendizaje de las reacciones químicas en los estudiantes de la UCM?

4 JUSTIFICACIÓN.

Son muchas las dificultades que se viven al interior del contexto educativo, y pocas las oportunidades que se les brinda a los estudiantes para superar tales inconvenientes; el fracaso escolar, por ejemplo, es entendido por muchos como la imposibilidad que se tiene para comprender lo que es enseñado en la escuela, pero casi nunca se hace mención a que malas prácticas en el aula, son en gran parte, las responsables de tales situaciones.

En la enseñanza de la química, puede verse cómo los estudiantes interactúan con los contenidos a través de una exposición mecánica a una gran cantidad de hechos, teorías y conceptos, que en la mayoría de los casos se presentan como hechos aislados, como si se trataran de pequeñas porciones sin relación alguna (Alzate, 2007) .

Llevando esto según Henao (2013) a la presencia de confusiones que dan lugar a tergiversaciones difíciles de superar, aún en aquellos momentos que están previstos para la enseñanza y aprendizaje de los conceptos. Estos hechos en conjunto, dan lugar a irregularidades en las concepciones de los estudiantes que llevan a la presencia de ideas erróneas o alternativas que dificultan el aprendizaje.

Es por ello que en el aula de clase es donde debe superarse aquellas dificultades de tipo conceptual, y en este aspecto, el docente debe propiciar los escenarios adecuados y las metodologías apropiadas para que la enseñanza se convierta en una verdadera experiencia que enriquezca los procesos, y no un simple acto de entrega de conceptos y fundamentos; que en la mayoría de los casos, se convierten en una simple acumulación de información que carece de significado.

Bachelard (1976 citado por Alzate, 2007), por ejemplo, critica a la enseñanza de la química centrada en hechos y datos aislados que dan gran importancia a la apariencia, que implica la memorización y desprecia los procesos de formación y asimilación de conceptos. Tales estrategias de educación son de carácter transmisionista y de concepción empirista de la ciencia generalmente inconsciente por los participantes, pero que alimenta la enseñanza basada en fenómenos químicos aislados, donde los contenidos tienen la mayor importancia en el devenir del aula y los estudiantes se dedican exclusivamente a recibirlos y replicarlos tal cual fueron enseñados.

Entonces, hablar de cualificación en los procesos de enseñanza y aprendizaje, implica una nueva mirada al rol que debe desempeñar el docente en el aula, pues de su actuar y formas de proceder, dependerá que se alcancen mayores niveles de desempeño en los estudiantes, queriendo con eso decir, que la figura tradicional impositiva del docente se configure a la de un tutor de los procesos que guíe, oriente y retroalimente los desarrollos en el aula.

Bajo esta mirada, se espera que puedan entenderse y explicarse situaciones cotidianas basadas en la racionalidad de la química en términos de la composición de la materia y no basadas en el realismo ingenuo dominado por la percepción que tenemos frente a estas. Esto puede lograrse teniendo en cuenta estrategias encaminadas hacia la enseñanza de los conceptos científicos, y en este sentido, la resolución de problemas en contexto puede brindar oportunidades a los estudiantes, pues en términos de Barrows, (1986) puede llegar a ser un método de aprendizaje basado en el principio de usar problemas como punto de partida para la adquisición e integración de los nuevos conocimientos.

Igualmente, bajo esta metodología se puede llegar a promover el aprendizaje autorregulado a medida que los estudiantes generan estrategias para definir el problema, reunir información, analizar datos, construir hipótesis y ponerlas a prueba; además, el trabajo no estructurado impulsa al estudiantes a identificar lo que sabe y lo que necesita saber, para resolver la tensión planteada en una situación problemática (Alzate, 2007). *Casi simultáneamente comienza a comprender más plenamente la situación, se da una progresión natural que lleva a categorizar las necesidades de información y las fuentes potenciales, al tiempo que ayuda a repartir tareas.*” (Torp, 1998, pág. 45)

La investigación por su parte es viable y de bajo riesgo, pues al aporte de la misma servirá para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje del tema objeto de estudio; además, la participación mucho más activa y dinámica de los estudiantes con el acompañamiento permanente del docente (como tutor del proceso), puede ser más motivante y se pueden llegar a obtener mejores resultados a los obtenidos bajo metodologías tradicionales en donde impera la entrega de contenidos, que en muchos casos son ajenos al estudiante y no le encuentran sentido práctico a los mismos.

5 REFERENTE TEÓRICO

5.1 Referente conceptual

5.1.1 Pensamiento crítico

El concepto de pensamiento crítico no escapa a la controversia o confusión propias de cualquier campo de conocimiento. Tal como afirma Paul y sus colegas (Paul, Binker, D, & Adamson, 1989), muchas personas, entre ellas los profesores y los propios alumnos, tienen algunas nociones de lo que es el pensamiento crítico; algunos piensan que es algo negativo, como hacer un juicio, o la capacidad de opinar o manifestar un punto de vista personal, sea o no fundamentado, o bien una actitud contestataria y de oposición sistemática. (Díaz-Barriga, 2001)

Otros tienen la noción vaga de que se refiere a un *pensamiento lógico* o un *buen pensamiento*, sin embargo no logran captar el sentido de lo que tales ideales alcanzan. A algunos profesores también les puede parecer tan solo una lista atómica de destrezas y no saben cómo integrarlas u orquestarlas en su quehacer diario. (Paul, Binker, D, & Adamson, 1989)

Díaz Barriga (2001) indica que en muchos programas educativos y en las metas de los profesores, suelen encontrarse afirmaciones tales como que lo que se busca con el estudio de alguna disciplina -por ejemplo la historia, el civismo, la educación en valores es la formación de alumnos críticos, que tomen conciencia o cuestionen su realidad social e histórica y participen en su papel de actores sociales como principales metas. Sin embargo, estos agentes educativos tienen poco claro qué es pensar críticamente o cómo pueden intervenir pedagógicamente para fomentar dicha habilidad. Desde una perspectiva psicológica, se destacan los componentes cognitivos y autorreguladores del concepto y se le ubica como la habilidad de pensamiento complejo, de alto nivel, que involucra en sí otras habilidades (comprensión, deducción, categorización, emisión de juicios, entre otras).

De acuerdo con Paul et al. (1995) y Díaz Barriga (2001), el pensamiento crítico no puede quedarse en la sumatoria de habilidades puntuales aisladas de un contexto y contenido determinado. El pensamiento crítico ha sido definido por múltiples autores que constituyen un movimiento innovador que pone en tela de juicio los conceptos tradicionales

del aprendizaje y del desarrollo de habilidades de pensamiento en la escuela (Fancione, 1990). Al ser el pensamiento crítico una capacidad tan compleja, cualquier intento por ofrecer una definición completa y definitiva podría resultar en vano. En un estudio realizado por Furedy y Furedy (1985) donde se revisó la manera en que los investigadores educativos operacionalizaban el pensamiento crítico, encontraron que la habilidad de pensar críticamente supone destrezas relacionadas con diferentes capacidades como por ejemplo, la capacidad para identificar argumentos y supuestos, reconocer relaciones importantes, realizar inferencias correctas, evaluar la evidencia y la autoridad, y deducir conclusiones. Entre los teóricos más influyentes que se han propuesto definir el pensamiento crítico, se encuentra Robert Ennis (1985).

Para Ennis, el pensamiento crítico se concibe como el pensamiento racional y reflexivo interesado en decidir qué hacer o creer. Es decir, por un lado, constituye un proceso cognitivo complejo de pensamiento que reconoce el predominio de la razón sobre las otras dimensiones del pensamiento. Su finalidad es reconocer aquello que es justo y aquello que es verdadero, es decir, el pensamiento de un ser humano racional. Asimismo, el pensamiento crítico es una actividad reflexiva; porque analiza lo bien fundado de los resultados de su propia reflexión como los de la reflexión ajena. Hace hincapié en el hecho de que se trata de un pensamiento totalmente orientado hacia la acción. Siempre hace su aparición en un contexto de resolución de problemas y en la interacción con otras personas, más Docencia e Investigación, en función de comprender la naturaleza de los problemas que en proponer soluciones. Además, la evaluación de la información y conocimientos previos fundamenta la toma de decisiones en distintos ámbitos del quehacer humano, teniendo en cuenta que nuestras conductas y acciones se basan en lo que creemos y en lo que decidimos hacer (Beltrán y Pérez, 1996). Ennis (1985, 2011) ha destacado como nadie que el pensamiento crítico está compuesto por habilidades (vertiente cognitiva) y disposiciones (vertiente afectiva).

Actualmente, sin embargo, para Kuhn y Weinstock (2002), más allá de las competencias cognitivas o disposiciones, lo fundamental para desarrollar el pensamiento crítico son las competencias metacognitivas y la evaluación epistemológica (pensar sobre lo que se

piensa), lo cual tiene implicaciones para la enseñanza (Nieves y Saiz, 2011). (López, 2013, pág. 43)

En resumen, todas las definiciones asocian pensamiento crítico y racionalidad. Es el tipo de pensamiento que se caracteriza por manejar, dominar las ideas. Su principal función no es generar ideas sino revisarlas, evaluarlas y repasar qué es lo que se entiende, se procesa y se comunica mediante los otros tipos de pensamiento (verbal, matemático, lógico, etcétera). Por lo tanto, el pensador crítico es aquel que es capaz de pensar por sí mismo. El pensamiento crítico está formado tanto de habilidades como de disposiciones, tal como lo han demostrado autores como Ennis (2011) y Halone (1986), de conocimiento relevantes como lo propone mcpeck (1990), y competencias metacognitivas (Kuhn y Weinstock, 2002). (López, 2013, pág. 44)

5.1.1.1 Características del pensador crítico

El pensamiento crítico va más allá de las aulas escolares; de hecho, algunos investigadores temen que lo que los alumnos aprenden actualmente en la escuela perjudique el desarrollo y el cultivo de un buen pensamiento crítico. Lo que Docencia e Investigación, Año XXXVII Enero/Diciembre, 2012 ISSN: 1133-9926 / e-ISSN: 2340-2725, Número 22, pp. 41-60 47 caracteriza al pensamiento crítico en la vida cotidiana incluye los siguientes rasgos (Fancione, 1990):

- Curiosidad por un amplio rango de asuntos
- Preocupación por estar y permanecer bien informado
- Estar alerta para usar el pensamiento crítico
- Confianza en el proceso de indagación razonada
- Confianza en las propias habilidades para razonar
- Mente abierta para considerar puntos de vista divergentes al propio
- Flexibilidad para considerar alternativas y opiniones
- Comprensión de las opiniones de otra gente
- Justa imparcialidad en valorar razonamientos
- Honestidad para encarar los propios prejuicios, estereotipos, tendencias egocéntricas o socio céntricas.

Algunos investigadores van más allá de las características generales señaladas anteriormente, para precisar que los pensadores críticos ideales pueden ser descritos en términos de cómo se aproximan a temas específicos, a las preguntas o a los problemas. Los rasgos que destacan son los siguientes (Facione, 1990):

- Claridad en el planteamiento de preguntas o preocupaciones
- Disciplina para trabajar con la complejidad
- Minuciosidad en la búsqueda de información relevante
- Sensatez en la selección y aplicación de criterios
- Cuidado en centrar la atención en la preocupación más próxima
- Persistencia ante las dificultades

Probablemente exista una gran cantidad de personas que tienen estas habilidades pero no las utilizan. No se puede decir que alguien es un buen pensador crítico sólo por tener esas habilidades cognitivas; sin embargo, sólo hace falta que encuentre motivos para aprovecharlas. Cuando las personas tienen en mente propósitos y quieren saber cómo los puede alcanzar, lo más probable es que quieran saber qué es verdadero y qué no, qué creer y qué rechazar, por lo que las habilidades de pensamiento crítico son muy necesarias.

En la escuela se puede propiciar el desarrollo de este tipo de pensamiento, de hecho, existen numerosos programas que han sido diseñados para ese objetivo (Lipman, 1998; Sáiz y Fernández, 2012; Sáiz y Rivas, 2011). Se puede remarcar, que la mayoría de los programas consideran fundamental el desarrollo de un pensamiento indagador, precisamente para desarrollar las habilidades cognitivas. En el siguiente apartado se abordará la importancia de saber hacer preguntas para alcanzar tales fines.

Resolución de problema: En el proceso de resolución de problemas exige inicialmente que el sujeto comienza a movilizar sus estrategias internas para la consecución de una meta propuesta.

Dumas – Carre (1987) plantea que el *problema* puede ser definido genéricamente como cualquier situación prevista o espontánea que produce, por un lado un grado de incertidumbre y, por el otro, una conducta tendiente a la búsqueda de la solución. En la vida cotidiana es común que se resuelvan problemas para llevar a obtener un resultado, en el contexto escolar el resultado pierde importancia (ya que es a menudo conocido) y cobra

relevancia la propia resolución. La palabra *resolución* sirve para designar aquella actividad que consiste en resolver un problema desde la comprensión del enunciado y la propia actividad de resolución, analizada esta última comúnmente, en términos de secuencia de procesos, y la solución o respuesta, producto de dicha actividad. (Dumas-Carre, 1987).

La resolución de problemas se refiere al *proceso mediante el cual la situación incierta es clarificada e implica, en mayor o menor grado, la aplicación de conocimientos, y procedimientos por parte del solucionador, así como también la reorganización de la información almacenada en la estructura cognitiva* (Perales, 1993). Citando a Gagne 1965, Ashmore, 1979, Novak 1977). Diversos autores (Mettes & otros 1980; Gil y Martínez).

Torregrosa 1983 citado por (Ibáñez, 2003), que trabajan en el campo de la Didáctica de las ciencias, identifican la resolución de problemas como: *Un proceso mediante el cual la situación incierta es clarificada e implica por parte del resolvente la aplicación de conocimientos y procedimientos, así como la reorganización de la información almacenada en la estructura cognitiva, con todo lo que esto tiene que ver en el proceso de metacognición y de construcción del conocimiento.*

Según De Vega (1998); *un problema es una tarea que el sujeto no sabe de antemano cómo puede resolver y exige procesos de razonamiento relativamente complejos.* En términos de Garnham (1999), *un problema tiene elementos cruciales como:*

- 1. Estado inicial de incertidumbre del cual se genera una información inconsistente con la cual la persona buscar dar solución al problema;*
- 2. Un estado final, que es la meta y un conjunto de procesos (normalmente llamados operadores) que pueden transformar un estado en otro.* (Garnham & Oakhill, 1999)

Estos elementos poseen diferentes variables que entran en juego y que son descritas por (Schoenfeld, 1992; Lester, 1994; Puig, 1993, citados por Pifarré & Sanuy, 2001):

- a. La importancia del conocimiento declarativo sobre el contenido específico del problema;
- b. El repertorio de estrategias generales y específicas que es capaz de poner en marcha el sujeto para resolver el problema;

- c. El papel de las estrategias metacognitivas;
- d. La influencia de los componentes individuales y afectivos de la persona que resuelve el problema.

Dentro de los aspectos que entran en juego en las variables b y c antes mencionadas se encuentran los procesos de planeación, monitoreo y evaluación de la estrategia. (Pifarré & Sanuy, 2001)

Visto así, el problema se constituye en la base que permite explorar los procesos de planeación, pues una resolución eficiente del problema consiste principalmente en realizar elecciones *en qué concentrarse, qué principio aplicar, qué representación usar, qué ignorar*. (Leonard, Gerace, & Dufresne, 2002). Aspectos que orientan el actuar del sujeto hacia proponer un proceso de planeación que le facilite el éxito de la meta.

Al igual que se identifican distintos elementos en un problema, también existe diversos tipos de problemas que han sido utilizados durante varias décadas para el estudio del tema de la resolución de problemas (López F. , 1989). Esta clasificación, se puede hacer atendiendo a varios criterios:

- b. Campo de conocimiento aplicado. Existe gran diferencia entre los problemas que plantea la enseñanza de las ciencias y aquellos que tienen la vida cotidiana. Así mismo, en el campo científico existe gran diferencia entre los problemas semánticamente ricos (física – química) y los problemas utilizados en la psicología que obvian el contenido y se centran en las estrategias de resolución. Tipo de tarea (cualitativa o cuantitativa). En el contexto de la enseñanza de las ciencias, se entiende por problemas cualitativos aquellos que en su resolución no se hace necesario precisar las determinaciones numéricas, debiéndose resolver de forma verbal o escrita, es decir se refiere a la interpretación científica de fenómenos reales y se les denomina con cierta frecuencia cuestiones. En contraposición los problemas cuantitativos o simplemente problemas exigen cálculos numéricos efectuados a partir de datos disponibles en el enunciado.
- c. Naturaleza del enunciado y características del proceso de resolución (abierto o cerrado). En este contexto los problemas cerrados son aquellos que contienen toda la información precisa y que su resolución conlleva al uso de algoritmos por parte del

solucionador. Los problemas abiertos, en cambio, implican la existencia de una o varias etapas en su resolución que deben ser aportadas por el solucionador mediante una acción de pensamiento productiva; bajo este criterio entonces, los problemas cualitativos pueden ser considerados en su mayoría problemas abiertos y los cuantitativos como cerrados.

Los libros de texto tradicionales solo desarrollan conocimientos científicos y se rigen por la lógica interna de la ciencia, sin preguntarse acerca de qué es esa ciencia, cómo se desarrolla, cómo se obtienen los conocimientos, por qué el juicio de los pares es una buena medida para otorgarles fiabilidad, qué beneficios aportan dichos conocimientos a la sociedad, qué vínculos tiene con la tecnología, la sociedad y la cultura, y otras cuestiones relacionadas con la Naturaleza de la Ciencia (Garritz y Talanquer, 2012). Ziman (1978) escribió que *el problema de la enseñanza tradicional de las ciencias no es lo que enseña sobre la ciencia, sino lo que no enseña*. Debido a lo que se le escapa a la enseñanza tradicional, lo que se enseña es una ciencia del pasado y los profesores se convierten en maestros de historia —en tanto se enseñan contenidos disciplinares sólidos e históricamente importantes para la disciplina— en lugar de maestros de ciencia (Chamizo y Garritz, en prensa).

5.1.2 Una clasificación de los problemas

Aunque existen distintas clasificaciones de los problemas y un abundante vocabulario al respecto (problemas de lápiz y papel, cuestiones, ejercicios, etc.), hemos optado por establecer distintos criterios y, a partir de ellos, agrupar los problemas.

5.1.2.1 Una mirada empírica

Modelos de investigación en resolución de problemas. Si uno trata de sintetizar la tradición investigadora en resolución de problemas de Ciencias Experimentales, es posible hacerlo en torno a unos modelos de investigación que describiremos, brevemente, a continuación:

La resolución de problemas como un problema de muchas variables.

Este enfoque de investigación supone considerar la resolución de problemas como una tarea compleja en la que intervienen un gran número de factores o variables. (Palacios, 2010).

Tabla 1. Características de los problemas según el procedimiento seguido en su resolución.

Problemas	De aplicación			
	Directa (Ejercicios)	Algoritmos	Heurísticos	Creativos
Procedimientos	Cálculos Matemáticos	Secuencia de Operaciones Prefijada	Estrategia de Planificación	Estrategias Diversas
Obtención de una Solución	Si	Si	No	No

Fuente: La investigadora, 2017

El reto que se plantea a los investigadores sería el de hacer explícitos tales factores, identificar su peso específico y, en consecuencia, intervenir educativamente sobre ellos, a fin de mejorar la eficiencia de tal actividad.

Los supuestos que se asumen tras ese enfoque, podrían ubicarse alrededor de la enseñanza tradicional de las Ciencias y de la Psicología Conductista. En el primer caso, la resolución de problemas se concebiría como una actividad cuyo principal objetivo consistiría en que el alumno alcance como meta la solución correcta del problema, valorando, a tal efecto, las variables que pudieran contribuir a ello. En el segundo caso, la identificación de variables que correlacionan fuertemente con el éxito en la resolución de problemas permitiría, en última instancia, extraer leyes experimentales que predijeran el rendimiento de los alumnos en dicha tarea y, consiguientemente, planificar de un modo más «científico» su enseñanza. (Palacios, 2010).

5.1.2.2 *La resolución de problemas por expertos y novatos*

Esta perspectiva difiere claramente de la anterior. Ahora se opta por hacer valer el papel del propio solucionador del problema, bajo una perspectiva netamente pragmática: existen individuos que desarrollan de un modo eficiente la resolución de problemas -«expertos»- y otros que adolecen de tal habilidad -«novatos»-. Se trataría entonces de poner de manifiesto de un modo riguroso cómo abordan los primeros la resolución de problemas para, en última instancia, tratar de enseñar a los novatos los procesos seguidos por aquellos. El origen de este modelo de investigación hay que situarlo en la Psicología del Procesamiento de la Información y en la Inteligencia Artificial. Desde los primeros balbuceos de los ordenadores, la obsesión de sus creadores ha sido la generación de máquinas «inteligentes» que resolvieran problemas («sistemas expertos»). Esto hizo que se volviera la mirada hacia la caracterización de la resolución de problemas por parte de los individuos y, especialmente, de los más competentes, con el fin de tratar de «imitar» tal comportamiento en el propio lenguaje informático. (Palacios, 2010).

En la Tabla 2 se enuncian algunas de las variables investigadas.

Tabla 2. Algunas variables que pueden influir en la tarea de resolver problemas.

Estructura funcional (componentes)			
La naturaleza del Enunciado			Estructura semántica (claridad, precisión, grafismo, etc.)
			Solución (conocida/desconocida)
El concepto de la Resolución			Manipulación de objetos reales
			Consulta de material de apoyo
			Suministro del algoritmo de la resolución
			Tiempo disponible para la resolución
			Resolución individual, en pequeños grupos o en gran grupo
El solucionador			Conocimiento teórico
			Habilidades cognitivas (nivel operatorio, estilo cognitivo, meta-conocimiento, pensamiento divergente, etc.)

Fuente: La investigadora, 2017

5.1.3 Una Mirada Teórica

5.1.3.1 Modelos Didácticos y Resolución de Problemas

Por contraposición al apartado anterior en el que, mediante un procedimiento inductivo, se agrupaba el cuerpo empírico de investigación sobre resolución de problemas en tres líneas bien definidas, ahora se partirá de los modelos reconocidos como más influyentes en la reciente historia de la Didáctica de las Ciencias -aun a riesgo de incurrir en la artificiosidad que puede conllevar la explicitación de unos modelos que en gran medida han poseído una fuerte carga implícita- para ubicar el papel que la resolución de problemas ha jugado en su puesta en práctica habitual.

Se desarrollará cada modelo en un orden cronológico respecto de su irrupción en la enseñanza de las Ciencias y atendiendo a sus características básicas y al papel desempeñado por la resolución de problemas, prestando una mayor atención a los modelos con una mayor vigencia actual.

5.1.3.2 Elementos estructurales del concepto de Reacciones Químicas

Es necesario tener en cuenta en el diseño didáctico dos elementos de gran importancia como lo son, primero lo histórico y epistemológico del concepto de reacciones químicas, la finalidad de mostrar cómo el concepto se ha construido y ha evolucionado. Y el segundo, una referencia a los modelos explicativos donde se pueden identificar los alcances del concepto de reacciones químicas en relación con los modelos explicativos construidos para incorporar estos hallazgos a los planes clase que favorecen para intervenir dicho modelo.

5.1.3.3 Reacciones Químicas

Para abordar el concepto de reacción química se hará un recorrido a través de la historia, con la finalidad de rastrear el concepto en sus diferentes etapas, teniendo en cuenta avances y dificultades que se fueron superando a medida que el concepto fue evolucionando como uno de los conceptos científicos importantes en el desarrollo de la química. Desde la antigüedad; en Grecia, Mesopotamia, Egipto entre otras culturas, se

desarrollaron ciertas operaciones metalúrgicas, aunque no se comprenden y se desconocía su mecanismo. En esta época surgió un conflicto filosófico, en el cual, se tenía, por un lado, la idea de que los objetos naturales se encontraban en continuo cambio y por otro, se tenía la creencia absoluta en que había una permanencia asociada a los objetos reales, para resolver este conflicto, se ideó el concepto de átomo invisible como constituyente del universo y la interpretación de los cambios observados en función de sus movimientos.

Prusia¹, dado que su formación estuvo inmersa en la corriente derivada del paracelsismo, Stahl sólo admite la formación de sustancias por combinación de dos principios: el agua y la tierra. Desde este punto de vista se puede explicar la reacción entre un ácido y un metal, suponiendo que ésta es posible porque poseen un principio común.

En cambio según la teoría corpuscular, ocurría porque entre los corpúsculos del metal hay huecos, (establecen los espacios vacíos entre los átomos) que permiten que los corpúsculos del ácido penetren en ellos terminando por romper su estructura original (se establece que están unidos por enlaces químicos, los cuales se rompen, reordenan y forman un nuevo compuesto), propiciando una nueva reorganización de todas estas partículas. Otra posible explicación se puede dar, suponiendo que entre el ácido y el metal se crean unas fuerzas de atracción de tipo newtoniano, que hacen que las dos sustancias se combinan formando otra. Estos tres enfoques distintos son los que predominaban en la Europa del siglo XVII y principios del XVIII.

A partir de los estudios que ya existían por esta época (Siglos XVII - XVIII), era posible identificar dos teorías rivales que competían en la explicación de la reacción química; la del flogisto y la del oxígeno; hasta el momento en todos los procesos de transformación de metales la utilización del fuego adquiere un papel fundamental, de modo que para el químico del siglo XVII el fuego era el instrumento que permitía transformar los metales y desarrollar combustiones. Para proponer una teoría explicativa y globalizadora de las observaciones que se tenían hasta entonces sobre la combustión, los químicos alemanes J.J. Becher (1635-1734) y G. E. Stahl (1660-1734) plantean la teoría del flogisto. Dicha teoría suponía que las sustancias combustibles y también los metales contienen un “principio

¹La Iatroquímica era una parte de la alquimia asociada a la Medicina que se ocupaba de la elaboración de medicamentos tanto de origen vegetal como mineral. Sus raíces las podemos encontrar en el paracelsismo, que conoció un gran auge durante el s. XVI en toda Europa.

inflamable” denominado flogisto, el cual se desprende durante los procesos de calcinación y combustión pasando de unos cuerpos a otros. Es posible representar los procesos de calcinación y combustión por las siguientes ecuaciones:

Calcinación: Metal \longrightarrow Cal + flogisto

Combustión: Sustancia \longrightarrow Ceniza + flogisto

La combustión es concebida como el proceso de liberación a la atmósfera del flogisto contenido en la sustancia, dando lugar a un residuo (denominado ceniza o cal), se aceptaba que cuanto más inflamable fuera una sustancia mayor sería su contenido de flogisto. El mayor éxito de la teoría del flogisto fue que permitió unificar los procesos de combustión y calcinación, a la vez, explicaba el proceso de reducción de los metales, ya que, según dicha teoría, al calentar la cal de un metal con una sustancia más rica en flogisto (carbón, considerado como flogisto casi puro) el metal recupera el flogisto y se “revivificar”, esquemáticamente podemos representar este proceso:

Cal + Carbón \longrightarrow Metal.

Sin embargo, dicha teoría dejaba planteado un serio problema; ¿por qué al calcinar un metal, su cal pesa más si se ha perdido el flogisto? Encontrar una respuesta aceptable desde la perspectiva del flogisto no era posible (se decía que el flogisto tenía un peso negativo); a pesar de sus limitaciones, muchos investigadores, impulsados por la teoría del flogisto, realizaron numerosos experimentos encaminados a estudiar todo tipo de combustiones y recoger los “aires” que se desprendían con la finalidad de analizarlos.

A partir de un estudio publicado en 1723, Rouelle que también mostró interés por la teoría del flogisto propuso algunas transformaciones; él asoció el flogisto con el fuego, al que le asignó un doble papel, por un lado, era un componente más de la materia y por otro era un instrumento que permitía alterar el estado físico de ésta. Además, consideró que el aire era un elemento más a tener en cuenta y le dio un papel químico destacado. Siguiendo con el estudio de las reacciones químicas, y teniendo en cuenta el interés que se empezaba a desarrollar por parte de los químicos de la época con relación al estudio de los gases desprendidos de ellas, se destacan los trabajos de Hales (1677-1761), Joseph Black (1728-1799), Joseph Priestley (1733-1804). Por esta época era conocido el hecho de que cuando se vertía ácido sobre los carbonatos (tierras calcáreas), se producía una efervescencia cuyo

origen en aquel momento era desconocido, y si eran calcinados se obtenía una cal muy cáustica soluble en agua.

Black, continuando con el trabajo a partir de las tierras calcáreas, utilizó carbonato de magnesio (conocido como magnesia alba) y notó que presentaba un comportamiento algo anómalo con respecto al de las restantes tierras calcáreas, observó que cuando la magnesia se calcinaba, origina un producto insoluble en agua y no cáustico (MgO) y se desprendía un gas, que denominó “aire fijo” (que hoy conocemos como dióxido de carbono); en aquel momento se desconocía la composición del aire y la existencia de los distintos gases tan familiares para nosotros, como el oxígeno y el dióxido de carbono, que era el que en realidad se desprendía en aquella reacción. Lo mismo ocurría cuando se calcinaban otras tierras calcáreas, pues también desprendía cierta cantidad de aire fijo (dióxido de carbono), si la reacción se producía empleando un ácido en vez de suministrar calor, sucedía lo mismo que con cualquier otra tierra calcárea y también se conseguía el desprendimiento de aire fijo.

Después de muchos experimentos con estas tierras, se llegó a la conclusión de que la causa de la causticidad de la cal viva no se encuentra en una sustancia procedente del fuego empleado en la calcinación, como se pensaba hasta entonces, sino que debía ser una propiedad intrínseca de los cuerpos calcinados, también cuando estudiaba la descomposición térmica de la piedra caliza, advirtió que se formaba cal y se liberaba un gas, llamó su atención que la cal producida en esta reacción, expuesta al aire regenera la caliza; era la primera vez que se tenía una clara evidencia acerca de la reversibilidad de un proceso químico y por otra parte se ponía de manifiesto que el aire debía contener al gas que luego se fijaba a la cal para "devolver" la caliza. Pero la concepción del aire como elemento inerte impedía penetrar en la esencia del proceso. Su discípulo Daniel Rutherford (1749-1819) llevó más lejos estos experimentos demostrando que en un aire "saturado de flogisto" tampoco lograba sobrevivir un ratón. Es la primera vez que se obtiene un nexo entre la combustión de una sustancia y la respiración de un animal, aclarar esta relación exige romper con la noción de que el aire era un elemento inerte en el cual se portaba o transportaba el flogisto.

Con relación al estudio del comportamiento de las sustancias con otras, en 1718 Étienne François Geoffroy, subyace la idea de predecir el comportamiento químico de las especies mediante la cuantificación de la afinidad, hecho que dado el carácter cualitativo de sus trabajos, en ese momento, no resultaba posible. Algunos químicos, entre ellos Bergman (1715-1784) hicieron del estudio de las afinidades un objetivo primordial y trataron de encontrar métodos fiables para su medida, los trabajos de Bergman sobre las reacciones constataron que, en la mayoría de los casos, la cantidad añadida de cada reactivo también influye en el hecho de que se produzca o no una reacción.

Nuevas y relevantes aportaciones serían realizadas en la década de 1770 – 1779, por el químico inglés J. Priestley (1733-1804) y el sueco K.W. Scheele (1742-1786), descubrieron, de forma independiente, la existencia de un —airel que avivaba el fuego, que fue denominado por Priestley “aire desflogisticado” y que lo obtuvo en 1774 al calentar la cal roja de mercurio en un recipiente cerrado y sin emplear fuego como fuente de calor. Priestley supuso que el aire desflogisticado, tenía afinidad por el flogisto y durante los procesos de combustión era capaz de absorberlo; la reacción a partir de la cual obtuvo el mercurio partiendo de su cal le hizo plantearse un problema y era saber de dónde provenía el flogisto necesario para llevarla a cabo, pues hasta ese momento se creía que lo proporcionaba el carbón empleado en la combustión, pero en ese caso no se había utilizado tal combustible, ya que la cal se había calentado haciendo incidir sobre la misma los rayos de luz solar concentrados por una lupa. Por esta misma época y de manera independiente Scheele (1742-1786) también había obtenido el oxígeno por un camino diferente al de Priestley; tratando la pirolusita (dióxido de manganeso) con ácido sulfúrico concentrado, al estudiar las propiedades del nuevo aire, llegó a las mismas conclusiones que Priestley. Ambos fueron defensores de la teoría del flogisto.

El conocimiento de los experimentos realizados por Priestley y Scheele permitió al químico francés Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794) interpretar de forma distinta el proceso de combustión y con ello iniciar una revolución en la química. Realizó varios experimentos destinados a analizar la naturaleza del aire desflogisticado, introduciendo en sus experimentos cuidadosas medidas de la masa y el volumen de las sustancias participantes. El análisis de sus resultados experimentales le sirvió para establecer que “el

aire desflogisticado es la porción más pura del aire atmosférico”, identificándose como un elemento químico al que denominó “oxígeno”, la idea de que el aire no era una sustancia pura sino una mezcla, suponía un duro golpe para la teoría del flogisto.

El oxígeno es para Lavoisier el elemento responsable de la combustión, de la calcinación y portador de las propiedades ácidas (de ahí su nombre, del griego, generador de ácidos). Según Lavoisier, el proceso de calcinación o combustión consiste en la combinación de una sustancia con el oxígeno del aire, mientras que la reducción de un óxido metálico es una consecuencia de la pérdida del oxígeno dando lugar al metal.

Combustión o Calcinación: Sustancia + Oxígeno \longrightarrow Óxido

Reducción del Óxido de un metal: Óxido metálico + Carbón \longrightarrow Metal + nueva sustancia

La teoría propuesta por Lavoisier para explicar la combustión no fue fácilmente aceptada en una comunidad formada por la teoría del flogisto (denominada por ciertos químicos, la sublime teoría). Prueba de ello es que los propios descubridores del oxígeno (Priestley y Scheele) negasen su existencia como tal; no obstante, con el tiempo la teoría de Lavoisier se fue consolidando e impulsó una profunda reforma en la química (Martínez, F.).

Lavoisier también notó, que, si en el curso de los experimentos se tenían en cuenta todas las sustancias que tomaban parte en la reacción química y todos los productos formados, nunca habría un cambio de masa. Por eso, Lavoisier mantuvo que la masa no se creaba ni se destruía, sino que simplemente cambiaba de unas sustancias a otras. Esta es la ley de la conservación de la masa que sirvió de piedra angular a la química del siglo XIX.

Fue también durante esta época en que las explicaciones de las reacciones químicas que fueron durante muchos años un misterio, quedaron justificadas por Mayow, quién lo explicó mediante la idea de una fuerza de atracción de intensidad variable, existente entre los compuestos. Berzelius (1779-1848) explicó también las reacciones químicas con la idea de la fuerza de atracción eléctrica entre cargas positivas y negativas.

En la difusión de la teoría atómica de Dalton 1803, a pesar de sus evidentes imprecisiones y errores, resultó de suma importancia ya que por primera vez los químicos manejaban conceptos nuevos: se cuantificaron los átomos, se concretó el concepto de

elemento, se determinó que la formación de un compuesto tiene lugar siguiendo unas leyes claras de las reacciones químicas las cuales son:

- Ley de Lavoisier o de conservación de la masa, publicada en el 1789: en un sistema aislado la masa se mantiene constante, lo que implica que la masa total de reactivos es igual a la masa total de las sustancias que se obtienen tras la reacción.

- Ley de Proust, publicada en el 1801: cuando dos o más sustancias simples se combinan para formar un determinado compuesto, lo hacen siempre manteniendo la misma proporción entre las masas.

- Ley de Dalton, publicada en el 1803: cuando dos sustancias simples se combinan, y al hacerlo pueden formar más de una sustancia (compuesto), los pesos de una de ellas que se combinan con un peso fijo de la otra, guardan entre sí una relación dada por números sencillos

- Ley de los volúmenes de combinación o de Gay-Lussac, publicada en el 1809: cuando se produce una reacción química en la que intervienen gases, los volúmenes de las sustancias gaseosas que intervienen la reacción, guarda entre sí una relación dada por números sencillos.

La teoría atómica de Dalton, publicada en 1810 plantea los siguientes postulados:

1. La materia está formada por átomos indivisibles e indeformables
2. Las sustancias compuestas están formadas por átomos compuestos
3. Todos los átomos de una sustancia pura son idénticos y por lo tanto tiene la misma masa e idénticas sus demás propiedades.
4. Los átomos de distintas sustancias tienen diferentes la masa y las demás propiedades (por ejemplo, el tamaño, etc.).
5. Cuando se produce una reacción química, los átomos, puesto que son inalterables, ni se crean ni se destruyen, tan sólo se distribuyen y organizan de otra forma.

Una reacción química es un proceso en el que una o más sustancias, que toman el nombre de reactantes, se transforman en otras sustancias diferentes, es decir, los productos de la reacción. Un ejemplo de reacción química es la formación de óxido de

hierro producida al reaccionar el oxígeno del aire con el hierro. Dichas reacciones pueden ser reversibles o irreversibles; las primeras, son las que al haber pasado de reactantes a productos, puede pasar nuevamente de producto a reactivo, es decir volver a su estado inicial; las segundas por su parte, son aquellas que no son capaces de regresar a su estado original luego de la reacción.

El concepto de “reacción química” constituye un concepto estructural y central de la química, en este sentido, es importante que los estudiantes interpreten una reacción química utilizando el modelo de partículas y esencialmente la conciban como una reorganización de los átomos, que implica la ruptura y formación de enlaces químicos, conduciendo ello a la producción de nuevas sustancias. (Benítez & Valderrama, 2014)

5.2 Generalidades sobre las Obstáculos en la Enseñanza y Aprendizaje de conceptos científicos.

La enseñanza de los conceptos científicos en el campo de la Química ha tenido diferentes obstáculos, de forma generalizada en los docentes está el sentir que se trabajan conceptos abstractos de difícil explicación y, por ende, deficiente asimilación por parte de quienes lo reciben; por otra parte, está la posición de los estudiantes quienes ven en las ciencias poco interés, debido a su estigmatización al pensar que a éstas sólo tienen posibilidad de acceder personas con ciertas capacidades “especiales”, es decir, hombres o mujeres que tengan en su ideal ser científicos o pertenecer a alguna comunidad de este tipo. Algunas de estas actitudes están influenciadas según Kauderer (1999), por aspectos generales tales como: la concepción de ciencia que tienen los profesores, la escasa interacción entre las concepciones de los alumnos y los contenidos científicos que los docentes enseñan y la influencia del medio sobre la enseñanza.

5.2.1 Definición macroscópica de reacción química.

Una definición de reacción química en este nivel, tiene en cuenta aspectos que son evidentes desde la percepción de cambios a través de los sentidos, en tal caso es común que se relacione a la reacción química con la mezcla de sustancias y que se la conciba como el proceso en que dos o más sustancias reaccionan y forman otras sustancias. Muchos

estudiantes suelen sostener la idea de que una reacción química tiene que ver con —mezclar sustancias, por lo cual conciben al cambio químico como el proceso en que dos o más sustancias reaccionan y forman otras sustancias y no admiten la posibilidad de que se pueda partir de una sustancia sola, por ejemplo una descomposición química Casado y Raviolo (citado por Raviolo, Garritz & Sossa, 2011); poco se menciona en la enseñanza que la mezcla de sustancias es un paso previo y necesario, pero no suficiente, para que se produzca una reacción química (Furió y Domínguez, 2007).

Chang (citado por Raviolo, et al. 2011) plantea que la reacción química es el proceso en el cual una sustancia o más sustancias cambian, para formar una o más sustancias nuevas. Al igual que esta definición macroscópica propuesta por el autor, muchos estudiantes afirman que se lleva a cabo un cambio en las sustancias iniciales; lo que se hace evidente en algún cambio de color, producción de burbujas, cambio de temperatura, etc. y que durante ese cambio se han producido nuevas sustancias; hay una transformación de las sustancias iniciales (reactivos) en las sustancias finales (productos) pero en ningún caso se menciona qué es lo que hace posible dicho cambio, qué hace posible el cambio de color, la producción de burbujas, el cambio de temperatura.

Raviolo, et al. (2011) propone que —la reacción química es un proceso en el cual una sustancia o varias sustancias se forman a partir de otras (p.248). En esta definición macroscópica de reacción química también se pueden diferenciar unas sustancias finales que se forman a partir de unas iniciales; hay una transformación, pero como se puede notar no hace referencia que vaya más allá de lo observado.

6 OBJETIVOS

6.1 Objetivo general.

Identificar las relaciones que se establecen entre la resolución de problemas y el aprendizaje del concepto de reacciones químicas en los estudiantes de la UCM.

6.2 Objetivos específicos.

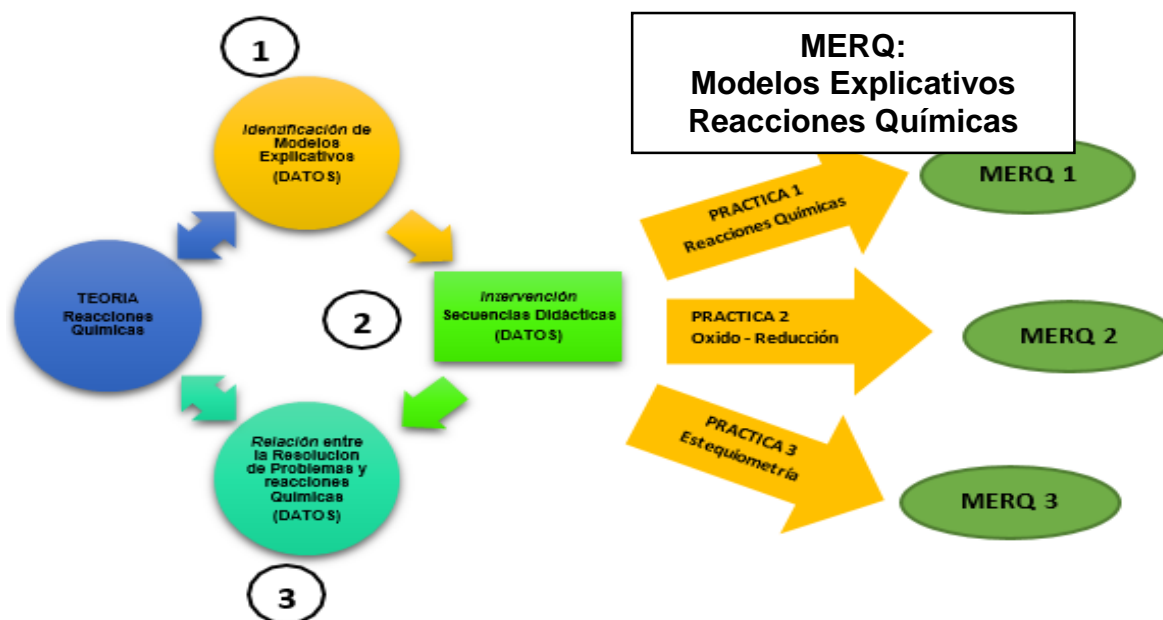
- Identificar los modelos explicativos que los estudiantes tienen acerca del concepto de reacciones químicas, antes y después de implementar la unidad didáctica.
- Promover, desde la aplicación de una unidad didáctica, cambios en los modelos explicativos del concepto reacciones químicas.
- Caracterizar los cambios en los modelos explicativos al resolver problemas relacionados con las reacciones químicas.

7 METODOLÓGICA

Para responder a la pregunta de investigación ¿Cuál es la relación entre la resolución de problemas y el aprendizaje de las reacciones químicas en los estudiantes de la UCM? se propone el diseño que se presenta a continuación.

7.1 Diseño de la Investigación

Figura 1. Diseño metodológico en el cual se indica el recorrido investigativo del problema.



Fuente: la investigadora, 2017

En la anterior figura puede verse las etapas en las cuales se realiza el trabajo investigativo, atendiendo a la relación entre el concepto, la identificación de modelos explicativos, las intervenciones secuencias didácticas y la relación entre la resolución de problemas en las reacciones químicas. (En el gráfico se puede apreciar las flechas que salen de la intervención de secuencias didácticas, cada uno de ellas corresponde a una práctica de laboratorio la cual busco la resolución de los problemas, se hizo de forma paulatina, por

ello, al resolverse cada uno de ellos se pretendió ver cuáles eran los modelos explicativos del concepto de reacciones químicas. Además, se hizo referencia a las comparaciones hechas entre las ideas iniciales y las finales, una vez se introdujeron las estrategias en el aula).

7.2 Tipo de estudio

El presente trabajo de investigación es cualitativo comprensivo que consiste en proporcionar una serie de situaciones que presenten problemáticas diversas de la vida real para que se estudien y analicen, de esta manera, se pretende afianzar en los alumnos la generación de soluciones frente a las mismas. Por otra parte, y considerando lo que expresa Merriam, (1988) sobre el estudio de caso, puede decirse, que es una exploración de un sistema ligado de un caso o múltiples casos, cuya recolección de información envuelve múltiples recursos de información ricos en contexto.

Es descriptiva, en tanto que tiene por objeto obtener una o más categorías; por otro lado, un gran número de artículos que consideran la enseñanza de la Química Descriptiva, han sido publicados en los últimos años (*Journal of Chemical Education*, 1980 – 1987), plasmandose en todos ellos como idea básica el excesivo énfasis puesto sobre los principios teóricos, menospreciados con ellos el conocimiento e interpretación de importantes reacciones y procesos; con el fin de establecer relaciones entre los principios básicos de Química, hacer ver a los estudiantes del papel jugado por la Química en la sociedad moderna, despertar su atención hacia propiedades y procesos químicos de su vida diaria, intentando romper la barrera existente entre lo que se enseña en el aula y el mundo real (Carter 1982, Yager y Penick 1984) e incrementar, en definitiva, su interés hacia el estudio de la Química.; es seccional por cuanto se refiere a un momento específico – el momento de formación de estudiantes de primer semestre de la facultad de salud, de los programas de bacteriología y enfermería de la Universidad Católica de Manizales- y micro social puesto que hace referencia a un grupo social pequeño al interior de la institución de educación superior del Municipio de Manizales (Caldas – Colombia).

7.3 Unidad de Análisis y Unidad de Trabajo

7.3.1 Unidad de Análisis

Relación entre la resolución de problemas y el aprendizaje en las Reacciones Químicas, clasificadas teniendo en cuenta las categorías reacción química, concepto de cambio químico y físico, concepto de cinética de la reacción y solución de problemas.

7.3.2 Unidad de Trabajo

La relación entre resolución de problemas y el concepto de reacciones químicas en estudiantes de primer semestre de los programas de enfermería y bacteriología de la Universidad Católica de Manizales del Municipio de Manizales (Caldas – Colombia), distribuidos así 5 estudiantes del programa de bacteriología y 5 de enfermería, durante el semestre 2016 -1.

7.4 Técnicas e Instrumentos

En primer lugar, fueron estudiados los preconceptos de los estudiantes sobre el concepto de reacciones químicas. Luego de reconocer los obstáculos de tipo epistemológico (conceptual) sobre la comprensión del concepto abordado en el estudio investigativo se realizó una serie de actividades encaminadas a la resolución de problemas en contexto que lleve al alcance de conceptos más elaborados en el ámbito de estudio, y por último, además se evaluó el alcance de la actividad para evidenciar el logro de aprendizajes en profundidad del concepto de reacciones químicas.

7.5 Selección de la Información

Se analizó inicialmente la información que los estudiantes proporcionaron para la investigación. Uno de los razonamientos usados para ello fue la identificación los modelos explicativos acerca del concepto de reacción química.

Uno de los razonamientos usados para ello fue la aplicación del test saberes previos de donde se identificaron los modelos explicativos, en seguida se realizaron las intervenciones de secuencias didácticas, las cuales consistieron en tres prácticas de laboratorios. **Práctica 1:** Reacciones químicas. **Práctica 2:** Óxido – reducción. **Práctica 3:** Estequiometría. Lo

que se logró fue relacionar la resolución de problemas y el concepto de reacciones químicas.

7.6 Triangulación de la Información

Lo primero que se hizo fue aplicar el test de ideas previas para ir estableciendo conclusiones, agrupando las respuestas según las categorías y las subcategorías, que pueden ser clasificadas en términos de coincidencia en el instrumento aplicado.

- Con los resultados obtenidos se analizaron las respuestas dadas por los estudiantes a las preguntas planteadas, estas se dieron según la categoría de modelos explicativos sobre el concepto de reacciones químicas.
- Pero además fueron agrupadas por los modelos explicativos que son el cambio químico y las ecuaciones químicas, como temas que abarcan las reacciones químicas.

7.6.1 Niveles y categorías de análisis

A partir de la problemática que se aborda surgen dos categorías. Cambio de reacciones químicas y ecuaciones químicas.

Tabla 3. Categorías para el análisis de la información sobre reacciones químicas.

Categorías	Subcategorías	Indicadores
Concepto de reacción química	Cambio Químico	Como cambio de color, olor, producción de gases, formación de precipitado, variación de la temperatura. El las propiedades.
	Ecuaciones Químicas	Fórmulas químicas. Se Señala en la ecuación química media una flecha en donde están los reactivos y productos, estos pueden estar en símbolos o letras.

Nivel	Macroscópico	Observaciones a partir de las experiencias sensoriales (lo tangible) directas.
--------------	--------------	--

Fuente: (Tamayo, Zona, & Loaiza, 2014)

Tabla 4. Palabras claves para identificar las categorías para el análisis de la información relacionadas con el concepto de reacción química.

Categoría	Reacción Química	
Subcategoría	Cambio Químico	Ecuación Química
Palabras Claves	<ul style="list-style-type: none"> • Producción de gas – burbujas 	<ul style="list-style-type: none"> • Símbolo
	<ul style="list-style-type: none"> • Humo - cambio de calor 	<ul style="list-style-type: none"> Químico
	<ul style="list-style-type: none"> • Precipitado - cambio en la temperatura 	<ul style="list-style-type: none"> • Fórmula
	<ul style="list-style-type: none"> • Combustión 	<ul style="list-style-type: none"> Química
	<ul style="list-style-type: none"> • Nueva Sustancia 	

Fuente: La investigadora (2017)

Tabla 5. Niveles y categorías de análisis

Solución de Problemas	
Nivel 1	Redescripción de la experiencia, enuncia el problema y describe el experimento según sus observaciones o utiliza datos de las instrucciones para justificar sus respuestas.

Nivel 2	Redescripción de la experiencia de manera libre, ha realizado la experiencia anteriormente, utiliza opiniones, describe lo que sintió durante las experiencias o utiliza analogías.
Nivel 3	Identificación de uno o dos variables, en este nivel se reconocen las variables sin realizar algún tipo de relaciones entre ellas.
Nivel 4	Resolución del problema de manera inadecuada identificando y relacionando variables y justificando o no dichas relaciones.
Nivel 5	Resolución de problema de manera adecuada identificando, relacionando variables y justificando o no dichas relaciones.
Fuente: (Tamayo, Zona, & Loaiza, 2014)	

8 RESULTADOS

Las ideas presentadas por un grupo de estudiantes de primer semestre de los programas de enfermería y bacteriología relacionado con concepto de reacciones químicas, fueron analizadas cualitativamente; para este análisis las respuestas que los estudiantes plantearon a algunas preguntas fueron agrupadas en dos modelos explicativos del concepto de reacciones químicas. Para conocer los modelos explicativos iniciales de los estudiantes sobre el concepto Reacción Química se planteó el test de ideas previas (Apéndice B).

La información proporcionada por los estudiantes fue clasificada teniendo en cuenta las categorías reacción química, también para cada categoría se indican, subcategorías con palabras clave respectivas, como se indica en las tablas 6 y 7.

Tabla 6. Categorías para el análisis de la información sobre reacciones químicas.

Categorías	Subcategorías	Indicadores
Concepto de reacción química	Cambio Químico	Como cambio de color, olor, producción de gases, formación de precipitado, variación de la temperatura. El las propiedades.
	Ecuaciones Químicas	Fórmulas químicas. Se Señala en la ecuación química media una flecha en donde están los reactivos y productos, estos pueden estar en símbolos o letras.
Nivel	Macroscópico	Observaciones a partir de las experiencias sensoriales (lo tangible) directas.

Fuente: La investigadora (2017)

En la siguiente tabla se condensan las palabras claves que surgen de la información suministrada por los estudiantes en una de las actividades planeadas.

Tabla 7. Palabras claves para identificar las categorías para el análisis de la información relacionadas con el concepto de reacción química.

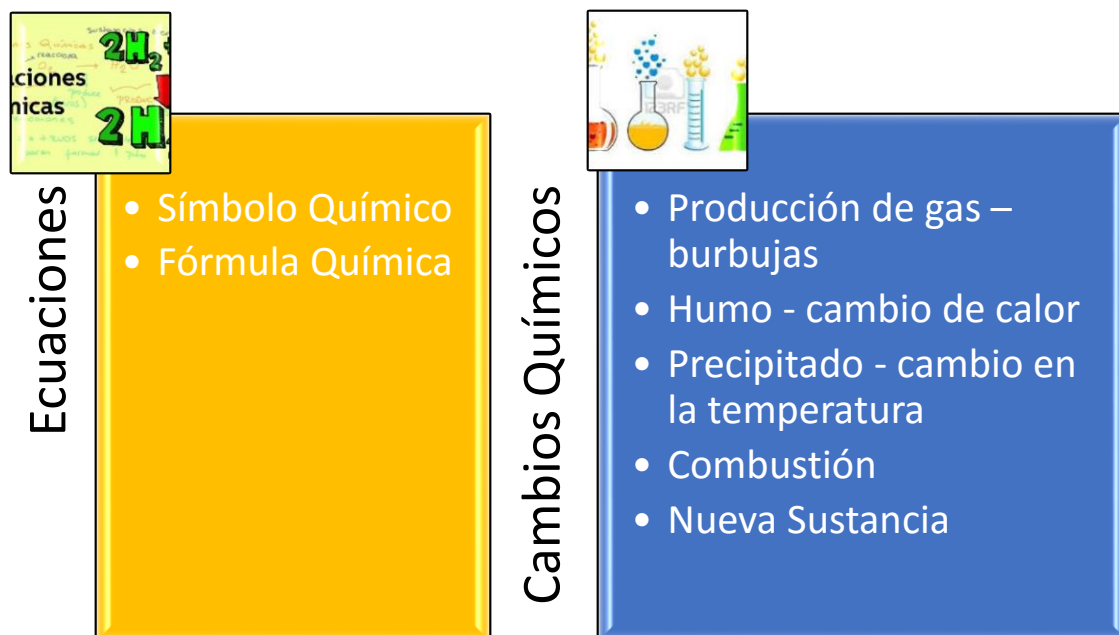
Categoría		Reacción Química	
Subcategoría	Cambio Químico (nivel macroscópico)	Ecuación Químico (nivel simbólico)	
Palabras Claves	<ul style="list-style-type: none"> • Producción de gas – burbujas 		<ul style="list-style-type: none"> • Símbolo Químico
	<ul style="list-style-type: none"> • Humo - cambio de calor 		<ul style="list-style-type: none"> • Fórmula Química
	<ul style="list-style-type: none"> • Precipitado - cambio en la temperatura 		
	<ul style="list-style-type: none"> • Combustión 		
	<ul style="list-style-type: none"> • Nueva Sustancia 		

Fuente: La investigadora (2017)

La clasificación anterior posibilitó el análisis cualitativo; a partir del estudio realizado fue posible observar cómo los estudiantes relacionan los modelos explicativos con el aprendizaje del concepto de reacción química.

Para el análisis de información se relacionan tres casos de estudiantes con respuestas completas escogidos aleatoriamente.

Figura 2. Modelos explicativos de las reacciones químicas



Fuente: La investigadora (2017)

Dentro de las respuestas dadas por los estudiantes se evidenció modelos explicativos de las reacciones químicas, y la subcategoría de cambios químicos, la mayoría de las respuestas de los estudiantes apuntan a respuestas como formación de burbujas, humo, cambio de temperatura, combustión y nuevas sustancias. Donde los cambios químicos, predominan la categoría macroscópica.

El cuestionario muestra en sus respuestas que los estudiantes se ubican en un nivel macroscópico, donde se percibe lo tangible y en muy pocos casos hacen uso de los símbolos y fórmulas.

Teniendo en cuenta el análisis de la información en la siguiente tabla se resaltan una serie de ideas relacionadas con el concepto, enmarcadas una serie de subcategorías que dan lugar a categorías más generales y entre estas a conclusiones categorías que expresarán los resultados de la investigación.

Tabla 8. Ideas relacionadas con el concepto

Ideas relacionadas con el concepto	Autores que sustentan las categorías
Descripción concreta del fenómeno	Benarroch (2000); Garritz, et al. (2005); Liu & Lesniak (2001); (Espíndola & Campaninni, 2006; Johnson, 1998; Renstrom et al, 1990)
La descripción a partir de las características del fenómeno	Benarroch (2000); Garritz, et al. (2005); Gómez Crespo & Pozo (2004); Johnson (1998), (2000); Lee, Eichinger, Andersson, Berkheimer & Blackslee (1993); Renstrom, Andersson & Morton, (1990)
Explicación macroscópica del fenómeno	(Griffiths & Preston,1992; Harrison & Treagust,1996; Johnson, 2000; Weller, 2008) Al inicio se mostraba un 80% de recurrencia al final 27 %.
Explicación del fenómeno desde la composición	Benarroch (2000); Garritz, et al. (2005); Espíndola & Campaninni (2006), Johnson (1998) y Renstrom et al, (1990). Furiò, Azcona & Guisasola, 2000; Furiò-Más; Furió-Gómez, 2009. Al final de la propuesta un 66% en este dominio.
Explicación corpuscular	Garritz, et al. (2005); (Pozo & Gómez Crespo, 1998; citado por Giudice & Galagovsky, 2008)
Movimiento y Vacío en las partículas	Benarroch (2000), Garritz, et al. (2005)

Fuente: La investigadora (2017)

A continuación, se muestran las ideas relacionadas con el concepto y sus implicaciones para poder analizar las tendencias con respecto a cada nivel explicativo.

8.1 Descripción concreta del fenómeno

Se evidencia que los estudiantes al tratar de dar explicaciones en términos de la estructura de la materia, se remiten a descripciones de tipo concreto. Se notó en éstas explicaciones una dificultad marcada por “traspasar” la barrera de lo observable y poder de alguna manera dar explicaciones basadas en la composición íntima de la materia. En términos de Benarroch (2000), podría decirse que estos estudiantes se ubicaban en el I nivel explicativo, donde son marcadas la imagen continua y estática de la materia, además, las formas existentes jugaron un papel importante a la hora de dar explicaciones, Liu & Lesniak (2001).

Otros autores como (Espíndola & Campaninni, 2006; Garritz, et al 2005; Johnson, 1998; Renstrom et al, 1990) dan a entender unos dominios casi similares donde la noción de materia está enmarcada en ideas relacionadas con la descripción macroscópica de los fenómenos y el dominio de la percepción (Realismo ingenuo) trabajada así por Pozo & Gómez Crespo (1998); además, la materia vista como una sustancia homogénea o simplemente donde se dice que nada de lo que puede estar hecho de partículas se menciona o se esquematiza.

8.1.1 La descripción a partir de las características del fenómeno

En esta subcategoría se evidenció que los estudiantes aún presentaban una idea continua de la estructura de la materia, pero a diferencia del anterior tomaban las características del fenómeno, y a partir de ellas, daban sus explicaciones. Benarroch (2000), planteó estos mismos patrones en términos de un II nivel explicativo de la estructura de la materia. Al igual que en la anterior subcategoría, las explicaciones se regían mucho por el conocimiento cotidiano al atribuirle a las causas NO observables, propiedades similares a las que poseen el mundo observable. En los mismos términos, pueden verse otras investigaciones basadas en el mismo fenómeno, donde pudieron encontrarse una serie de inconsistencias alrededor del concepto; es así como Garritz, et al 2005; Gómez Crespo & Pozo (2004); Johnson (1998), (2000); Lee, Eichinger, Andersson, Berkheimer & Blackslee (1993); Renstrom, Andersson & Morton, (1990); en sus investigaciones dan a conocer una serie de ideas alejadas al modelo científico escolar, que se caracterizan básicamente por los

atributos de continuidad a las partículas discontinuas, es decir, dándole sentido macroscópico a los entes particulados, donde las características externas de los materiales dan la imagen errada composicional de los mismos, y donde los estudiantes son incapaces en la mayoría de las veces, pasar de la barrera de lo tangible. Lo mismo pudo verse en el desarrollo de esta investigación, y es recurrente el hecho, aún después de haber llevado al aula la propuesta didáctica de resolución de problemas en el ámbito del concepto; lo que lleva a pensar lo difícil que puede llegar a ser comprender un concepto de naturaleza abstracta, que está vinculado a concepciones alternativas tan arraigadas, que aún después de la instrucción persisten.

8.1.2 Explicación macroscópica del fenómeno

Podría decirse que este componente involucra los dos precedentes, pues mostró cómo los estudiantes al dar explicaciones del comportamiento de la materia a partir de representaciones, dieron una visión concreta que no sobrepasa lo observable y le daban atributos macromoleculares a la composición de la materia.

Estos tres dominios marcan ideas relacionadas con la continuidad de la materia y la imposibilidad de dar explicaciones en otros términos que no sean éstos. Estas generalidades al inicio del estudio y en las primeras etapas de la instrucción, muestran cómo el contexto ofrece en la experiencia solo ideas de este tipo, pues todo con lo que interactuamos en un escenario de la vida real ofrece una visión estática, continua y macroscópica de la materia. Algo similar muestran investigaciones, que dan a entender cómo aspectos inherentes al comportamiento íntimo de la materia son difíciles de entender y comprender (Griffiths & Preston, 1992; Harrison & Treagust, 1996; Johnson, 2000; Weller, 2008) especialmente en aquellos materiales que se muestran de apariencia consistente y rígida, lo que indica que un gran número de estudiantes ven y razonan el mundo natural con una visión simplista e ingenua que considera que cualquier hecho “real” es la imagen directa que detectan nuestros sentidos (Johnstone, Sleet & Vianna, 1994; Pozo & Gómez Crespo, 1998)

8.1.3 Explicación del fenómeno desde la composición

Esta subcategoría se mostró cómo los estudiantes utilizaban los términos partículas, átomos y moléculas para dar explicaciones acerca de la composición de la materia. Si bien es cierto se aproximan un poco más al modelo cinético molecular, se encuentran en un III nivel explicativo de la estructura de la materia en términos de Benarroch (2000).

Igualmente otros autores como Espíndola & Campaninni (2006), Furiò, Azcona & Guisasola, 2000; Furiò-Más; Furiò-Gómez, 2009; Garritz, et al 2005; Johnson (1998) y Renstrom et al, (1990) que también han trabajado modelos conceptuales del sistema de partículas dan testimonio de ello.

En las justificaciones que dieron los estudiantes al comportamiento de la materia, se pudo ver que sobrepasan la barrera de lo observable y sus respuestas estaban en términos de la estructura y no de la apariencia. Para llegar a este tipo de explicaciones, tuvieron que elaborar un plan basado en los datos que se tenían y en la incógnita que se elaboró; la intención del plan mediado por una serie de heurísticos generales era dar explicaciones con mayor contenido y peso en términos de la Naturaleza de la Materia.

Tal situación pudo hacerse manifiesta, pues en términos de Snir, et al (2003) se “preparó” el terreno para la construcción colectiva del concepto; fue importante que los estudiantes tuvieran acceso al desarrollo de un problema que se basaba en la composición interna, pues tal situación se aprovechó en primera instancia, para hacer que la propuesta didáctica fuera correspondiente al objetivo buscado y que los demás problemas a solucionar tuvieran una secuencia lógica dentro del ciclo de enseñanza - aprendizaje. Todo esto permitió que el entendimiento de situaciones desde la composición fuera más natural, y que, además, se valiera de situaciones análogas a las que vivieron los hombres de ciencia para tal fin.

8.1.4 Explicación corpuscular del fenómeno

Otra manera es ver cómo los estudiantes pueden hacer representaciones gráficas, tienen un marcado sentido de la presencia de partículas. Es importante resaltar que, aunque no se logró en un alto porcentaje dar respuestas en torno a la presencia de partículas en la

materia, no se logró ideas tendientes al mismo modelo, presente en la explicación de otros fenómenos.

Pudieron verse cómo en test de ideas previas, los estudiantes aún presentaban una idea continua de la estructura de la materia, pero a diferencia del anterior tomaban las características del fenómeno, y a partir de ellas, daban sus explicaciones. Benarroch (2000), planteó estos mismos patrones en términos de un II nivel explicativo de la estructura de la materia. Al igual que en la anterior sub categoría, las explicaciones se regían mucho por el conocimiento cotidiano al atribuirle a las causas NO observables, propiedades similares a las que poseen el mundo observable.

Pero es igualmente interesante indicar, que en el paso de una concepción continua a una discontinua, se pudo hacer evidente una redescrición de experiencias del mundo físico (Pozo & Gómez Crespo, 1998; citado por Giudice & Galagovsky, 2008) que se denota principalmente en la etapa de la pre test, donde los estudiantes caían en cuenta del valor explicativo que presentaba el modelo microscópico sobre el macroscópico, lo que ratificó que lo importante no es cambiar las ideas que tienen los estudiantes sobre el concepto, sino más bien, trabajar sobre éstas para hacerles ver que existen mejores modelos explicativos.

8.1.5 Movimiento y vacío en las partículas

Corresponde al IV nivel explicativo en términos de Benarroch (2000), y en este se ve cómo los estudiantes sobrepasaron la barrera de lo observable y el sentido de la presencia de partículas en la materia. Para llegar a este tipo de representación, los estudiantes se deben salir de problemas de resolución que sirvan como análogo para entender.

En general, estos dominios marcan la tendencia de hablar en términos de entes particulados para atender a la explicación de fenómenos relacionados con la materia; tienen la característica de hacer uso de términos tales como: átomos, partículas o moléculas para hablar de los elementos constituyentes de la materia y explicar desde allí los cambios que ocurren en ella.

Los elementos antes mencionados, se pudieron dar después de recibir la instrucción basada en resolución de problemas sencillos que tuvieran una base explicativa desde el modelo de la naturaleza corpuscular de la materia en el ámbito escolar, con ello, los

estudiantes pudieron mejorar sus explicaciones y dar cuenta de conceptos más próximos al modelo de discontinuidad, además, pudieron integrar conceptos dentro de un modelo de construcción, lo que permitió una verdadera comprensión conceptual importante (Singer, Wu & Tal, 2003), pues las diferentes subcategorías del modelo fueron inducidas en cada uno de los problemas propuestos, así la construcción del concepto global fue un agregado producido en el aula, donde la preparación previa por parte del docente de las actividades secuenciales llevó a una interpretación concatenada de los fenómenos, favoreciendo con esto, el llegar a un modelo escolar en el ámbito de la Naturaleza de la materia, que como expresan Snir, et al (2003) puede repotenciarse, cuando se favorece la evaluación explicativa de los modelos macro y micro en fenómenos relacionados.

Ahora, frente al aprendizaje del concepto de reacciones químicas, es conveniente indicar que la idea de trabajar sobre problemas enmarcados en el tópico objeto de estudio, tenía la función de involucrar al estudiante en una actividad donde él fuera el responsable de su proceso, acompañado claro está, por el docente. El asumir roles coherentes y de acuerdo a las posibilidades del alumno, facilita la resolución de problemas y se siente el compromiso por el tema (Torp, 1998).

Fue así como el docente, en el papel de tutor del proceso, dio plena libertad al estudiante para acceder al concepto sobre el cual se estaba trabajando; no se impuso tarea alguna, más bien, se asignaron problemas que debía resolver dándole plena autonomía para que llegara a solucionarlo, guiado claro está, por la estrategia de resolución propuesta.

Frente a este trabajo, que tenía un plan metodológico colectivo, se usó una serie de laboratorios (como se indica a continuación) como punto de partida para la adquisición e integración de nuevos conocimientos articulados a un solo concepto; fue así como mediante experiencias secuenciales y sencillas, se avanzó hacia la consolidación de una idea explicativa basada en las reacciones químicas.

Esa construcción colectiva (por grupos de laboratorio) que se menciona, mostró ideas tendientes a las reacciones químicas en términos bien definidos como fueron la idea de partículas como componentes de la estructura de la materia, la cinética intrínseca de las partículas y la presencia de espacios vacíos en las mismas.

Algo importante de resaltar, frente al aprendizaje del concepto, es la manera como se articuló la idea de solución de problemas al entendimiento mismo de lo que es un problema, basándose en las experiencias y trabajos propuestos desde la enseñanza de las ciencias por (García, 1998; Garret, 1998; Gil, Martínez-Torregosa; Ramírez, Dumas-Carré, Gofard, Pessoa de Carvalho, 1992; Perales, 1998; Sigüenza & Sáez, 1990) en éstos, un problema, es más una apuesta a tratar de descifrar algo y llegar a una conclusión parcial, que una tarea propuesta en la cual solo hay una respuesta posible. Sobre fundamentos algo similares, se funda la metodología llamada ABP, en la que Barrows, (1986) mostró y comprobó la efectividad relativamente considerable y el asertividad del modelo en el aprendizaje en ciencias de la salud, y que ha sido transpuesto a muchas disciplinas, entre ellas, los contextos escolares.

Y para resolver tales problemas, las ideas generadas jugaron un papel importante en la resolución de los mismos, pues como plantea García (2002), una buena idea es consecuencia de lo que llamamos creatividad, y para ser creativos, no basta con saber un algoritmo determinado, sino más bien, hacer que ese algoritmo sea el resultado de un plan de resolución frente a un problema cualquiera.

Para el caso de esta investigación, la construcción de tales ideas, fueron elaboradas a partir de heurísticos inducidos en la práctica para que los estudiantes fueran evidenciando los avances presentados, cada heurístico los guio y orientó para el alcance de los objetivos, teniendo claro la comprensión del problema, la elaboración de un plan de solución, su ejecución y evaluación. Estos términos, acuñados según los estudios de Polya, (1961) y retomados por García, (2002) & Perales, (1998) fueron utilizados para que los estudiantes construyeran y refinaran sus ideas para dar explicación a las situaciones planteadas.

Como punto superlativo, es importante resaltar la manera como fueron contruidos los problemas, pues ellos atendieron a situaciones verdaderas presentadas por los hombres de ciencia, que de manera análoga fueron inmersos en el aula de clase. Atendiendo a las posturas de Camacho & Quintanilla, (2008) y García, (1997) el éxito de una estrategia basada en resolución, será efectiva si en su construcción, se tienen elementos similares a los contextos científicos donde fueron posibles los desarrollos conceptuales; que para este estudio, fueron seleccionados acorde a estas características, claro está, que en su selección

se tuvo en cuenta que no fuesen tareas que llegaran a ser frustrantes o muy complicadas, pues esto podría haber llevado al desinterés y la apatía por parte de los estudiantes.

Frente a las características mostradas en el aprendizaje del concepto, logradas a partir de la solución de problemas en el aula, se pueden mencionar las siguientes:

- El aprendizaje partió de un interés común por la resolución de un problema en el marco de la naturaleza de la materia, que fuera sencillo a la vez de motivante; esta motivación venía medida en el hecho que, al ser situaciones tan corrientes, los estudiantes creían saber las respuestas por anticipado, pero en el hallazgo de las mismas, se daban cuenta que debían ir “más allá” y plantear una buena estrategia
- Para llegar al aprendizaje del concepto, recurrieron a diferentes fuentes las cuales sirvieron como insumo en la solución de los problemas trabajados. Los elementos primarios con los que contaban los estudiantes eran sus ideas iniciales o intuitivas, que se constituían a la vez en los primeros obstáculos para alcanzar los conceptos cercanos al modelo conceptual que se perseguía.
- El hecho de trabajar mancomunadamente por el alcance a la respuesta de un problema, llegó a aproximar a los estudiantes al quehacer científico escolar; donde los inconvenientes, la falta de comunicación, las ideas equivocadas y las discusiones sirvieron como insumo para refinar aún más las ideas y convertirlas en conceptos que explicaran una situación en particular, en este caso, en el ámbito de la naturaleza de la materia. Igualmente, resaltar que el aprendizaje y el conocimiento generado fueron compartido, distribuido y co-construido.
- El modelo explicativo que surgió al final, fue entonces, un producto elaborado y no entregado por el docente, donde los estudiantes fueron enfrentados a una serie de situaciones y a partir de la solución de los mismos, lograron obtener respuestas cercanas al modelo explicativo de la naturaleza de la materia en el ámbito escolar.
- Además, los problemas se convirtieron en el aglutinante para alcanzar dimensiones básicas como la adquisición de conceptos que pudieran llevar a explicar situaciones cotidianas basadas en el concepto de reacciones químicas, y también las actitudes dentro de un grupo, al desarrollar capacidades para la autogestión del conocimiento y el desarrollo de habilidades auto dirigidas.

Algo interesante que se observó, especialmente en el pre-test, fue el hecho que los estudiantes pudieron a partir de los problemas resueltos, dar explicaciones a una serie de fenómenos teniendo en cuenta las diferencias explicativas entre las interpretaciones del orden macroscópico y microscópico. El entender este hecho, indica que los estudiantes tenían claro que los dos niveles interpretativos obedecen a modelos explicativos bien diferentes; uno de ellos basado simplemente en las apreciaciones que se tienen sobre un fenómeno haciendo uso simplemente de los datos que proporcionan nuestros sentidos, y el otro más cercano al modelo de partículas trabajado en el aula de clases, donde las explicaciones están dadas en términos del comportamiento de las partículas. Esto muestra como la contrastación y diferenciación de ambos modelos explicativos dan a entender que las ideas en torno a la discontinuidad de la materia se entienden de mejor forma, y que, a pesar de la no percepción de las partículas como componentes de las reacciones químicas, dan cuenta de su existencia.

8.2 Síntesis, análisis y discusión de resultados

8.2.1 Síntesis, análisis y discusión de los resultados iniciales

A continuación, se sintetizan los resultados obtenidos luego de la aplicación del instrumento inicial:

Tabla 9. Síntesis, análisis y discusión de los resultados iniciales

Pregunta	Nivel	Intención (Respuesta de los estudiantes)	Características relacionadas con el concepto
1. Las cerrillas son utilizadas para encender cualquier instrumento a base	2	E1: La ceniza es el resultado de un proceso de combustión, este será en todo caso el encendido con algún proceso de gas.	La descripción a partir de las características del fenómeno.

Pregunta	Nivel	Intención (Respuesta de los estudiantes)	Características relacionadas con el concepto
de gas, al utilizarlas siempre queda como residuo algunas cenizas. ¿A qué obedece esto?	2	E2: A qué ocurre un proceso de combustión en el que se está consumiendo un elemento específico y al quemarse no se destruye o se consume completamente sino que sufre un cambio químico.	La descripción a partir de las características del fenómeno.
	2	E3: Esta reacción obedece a la incineración que es producida cuando se consume la cerilla el residuo de madera es el proporciona esta reacción dejando así la ceniza regada.	
2. Cuando sirvo un vaso con agua y a este le adiciono un alka-seltzer, ¿A qué se debe la formación de burbujas?	2	E1: La formación de estas se debe a la reacciones tanto física como química que realiza en alka-seltzer al entrar en contacto con el agua, es una reacción de efervescencia del ácido de la pastilla con el agua.	La descripción a partir de las características del fenómeno.
	2	E2: Por la composición química de estas simples pastillas, es decir, está compuesta por bicarbonato de sodio y un ácido como lo puede ser el ácido cítrico, cuando entran en el agua se disocian los iones del bicarbonato y se convierten en un	

Pregunta	Nivel	Intención (Respuesta de los estudiantes)	Características relacionadas con el concepto
		nuevo compuesto que crea las burbujas como lo es el CO ₂ .	
	2	E3: Son producidas por el bicarbonato de sodio, estas hacen que actúen al contacto con el agua obteniendo una emisión de oxígeno y consecutivamente son producidas las burbujas.	La descripción a partir de las características del fenómeno.
3. Se presentan dos cuerpos: un trozo de manzana y un trozo de hierro (puntilla). Con el tiempo al estar expuestos al medio estos cambian de color. ¿A qué se debe esto?	2	E1: Este proceso se llama oxidación, que va a ser en este caso perder algún elemento característica de estos elementos.	La descripción a partir de las características del fenómeno.
	2	E2: A la oxidación que presentan estos dos elementos al estar expuestos al aire, la manzana se oxida mucho más rápido por su composición orgánica se puede notar que se pone mucho más oscura y empieza un proceso de descomposición	La descripción a partir de las características del fenómeno.


Pregunta	Nivel	Intención (Respuesta de los estudiantes)	Características relacionadas con el concepto
	2	E3: Este cambio de color es proporcionado cuando son expuestos al oxígeno que está presente el ambiente y ocurren una interacción del oxígeno por el contrario podemos decir que el hierro tiene unos estados de oxidación en cambio la manzana solo tiene un proceso el cual ya sea en distintos ambientes siempre va a tener su oxidación y va a caer más rápido	La descripción a partir de las características del fenómeno.
4. Se dice que las plantas son seres vivos que fabrican su propio alimento y usan la luz solar para dicho propósito. ¿Cuál será la función de esta en el proceso?	2	E1: Es importante porque aporta todo lo necesario y que estas vivan logrando que produzcan nuestro oxígeno, el que consumimos para nuestro vivir.	La descripción a partir de las características del fenómeno.
	2	E2: La función de las plantas es sintetizar los elementos de su entorno y de convertir la luz solar en energía, es el proceso conocido como la fotosíntesis el cual consiste en que las plantas convierten materia inorgánica en orgánica para su alimentación.	La descripción a partir de las características del fenómeno.


Pregunta	Nivel	Intención (Respuesta de los estudiantes)	Características relacionadas con el concepto
5. Cuando el control remoto del tv deja de funcionar lo primero que hacemos es verificar el estado de las pilas. ¿por qué?	2	E3: La energía solar interviene en el proceso de la fotosíntesis, este proceso es un catabolizador del CO ₂ .	La descripción a partir de las características del fenómeno.
	1	E1: Porque asociamos su falta de funcionamiento a que se agote la batería que le da el uso al control.	Descripción concreta del fenómeno
	2	E2: Porque las pilas no son más que una fuente de energía para nuestro control, su composición química hace de estas pequeñas pilas la razón por la cual podemos pasar canales tranquilamente y cuando deja de funcionar revisamos la fuente de energía.	La descripción a partir de las características del fenómeno.
	2	E3: Por qué por instinto sabemos que cuando dejamos caer el control remoto puede ocurrir que al momento del impacto con el suelo, suceda que alguna de las dos baterías que por lo general tiene dos, alguna de ellas se hayan salido de su campo y no logre dar la energía para la función del control remoto.	La descripción a partir de las características del fenómeno.

Pregunta	Nivel	Intención (Respuesta de los estudiantes)	Características relacionadas con el concepto
6. Cuando se calienta un globo, este comienza a aumentar su tamaño. ¿por qué?	3	E1: Es porque al aumento de la temperatura las partículas comienzan a esparcirse muy rápidamente lo que causa entonces que el globo infle e infle.	Explicación del fenómeno desde la composición
	2	E2: Porque son propiedades de los gases aumentar su volumen cuando se somete a temperaturas altas, recordemos que la temperatura y el volumen son directamente proporcionales así que cuando se calienta el aire de un globo este aumentará su volumen o tamaño.	La descripción a partir de las características del fenómeno.
	3	E3: Cuando proporcionamos calor, las moléculas en el interior del globo tienen un constante movimiento en diferentes direcciones esto hace que por la velocidad de las moléculas interactúan y hacen que el nivel o la proporción del globo crezca.	Explicación del fenómeno desde la composición
7. Si alguien está a dieta le prohíben consumir pan blanco en las	1	E1: Son carbohidratos, harinas que nos son necesarias en la dieta que provocan reacciones que no favorecen al organismo.	Descripción concreta del fenómeno

Pregunta	Nivel	Intención (Respuesta de los estudiantes)	Características relacionadas con el concepto
mañanas ¿A qué obedece esta recomendación?	1	E2: Porque su creación no es del todo saludable, es decir, el pan blanco es así por un blanqueador químico, además cuando se está creando este pan se pierden muchas propiedades benéficas para las personas ya que es hecho con bastantes químicos.	Descripción concreta del fenómeno
	1	E3: Según muchas personas, el pan blanco siempre tenemos que quitarlo de nuestra cadena alimenticia si queremos perder peso, pero si el consumo es proporcional esto no debe tener un impacto en nuestro peso puesto que el pan blanco hacer parte de la pirámide alimenticia por lo cual no debe ser suprimido de nuestra dieta porque es un suplemento esencial para nuestra dieta diaria.	Descripción concreta del fenómeno
8. En la actualidad se dice que el uso de combustibles fósiles es una	2	E1: Porque estos recursos son no renovables así que son frecuentemente azufrados, algunos causan toxinas a nuestro medioambiente y su degradación	La descripción a partir de las características del fenómeno.

Pregunta	Nivel	Intención (Respuesta de los estudiantes)	Características relacionadas con el concepto
preocupación ambiental. ¿A qué se debe esta afirmación?		no es posible lo que la hace no buena.	
	2	E2: A que la combustión de estos combustibles crea demasiado CO ₂ , que es un gas protagonista en el efecto invernadero que ocurre a causa de la expulsión de este gas por medio de automóviles y grandes industrias que tienen como sustento energía eléctrica convencional y necesitan de estos combustibles para el abastecimiento de sus negocios. Este gas deteriora la capa de ozono y ayuda con el calentamiento global.	La descripción a partir de las características del fenómeno.
	2	E3: La preocupación ambiental es porque cuando extraemos estos tipos de combustibles estamos dañando el ambiente y el área de donde es extraído causando posibles derrames de crudo ya sea en ríos o quebradas dañando así nuestro ecosistema y ocasionando un inestabilidad en las placas del	La descripción a partir de las características del fenómeno.

Pregunta	Nivel	Intención (Respuesta de los estudiantes)	Características relacionadas con el concepto
		suelo puesto que de donde se saca van quedando los espacios ocasionado una falla geológica en el suelo.	
<p>9. A continuación, encontrara una imagen donde se evidencia dos vasos</p> 	2	<p>E1: Cuando sumerges el sacapuntas en el agua salada, el gas que se desprende es hidrógeno, formado por la reacción entre el magnesio y el agua. El metal magnesio se oxida, más no la hoja. En el otro sacapuntas, el de plástico, la cuchilla no tiene protección.</p>	<p>La descripción a partir de las características del fenómeno.</p>
<p>de agua, el primero es un vaso de agua con una cucharada de sal y un sacapuntas metálico y el segundo es un vaso de agua con una</p>	2	<p>E2: Lo que ocurre es que el sacapuntas metálico tiene metal magnesio que actúa como un protector para que la hoja metálica del sacapuntas no se oxide mientras que el sacapuntas de plástico no tiene metal magnesio entonces es posible que su hoja cortante se oxide.</p>	<p>La descripción a partir de las características del fenómeno.</p>

Pregunta	Nivel	Intención (Respuesta de los estudiantes)	Características relacionadas con el concepto
cucharada de sal y sacapuntas plástico. Que ocurre allí.	2	E3: Pasa que cuando es sumergido el sacapuntas Metálico este reacciona con el magnesio ocasionado una oxidación, en cambio el de plástico no le ocurrirá nada y a la cuchilla tampoco por el materia es de aluminio y este no tiene reacción al contacto con el magnesio.	La descripción a partir de las características del fenómeno.
10. Continuación se presenta paso a paso como que se debe hacer para inflar el globo. Luego de unos minutos ¿Qué sucedió?	2	E1: Comienza a hacerse burbujas en el tarro y podrá inflarse el globo; Cuando se añade agua, la levadura despierta, se activa y, como cualquier otro ser vivo, necesita obtener energía. En el experimento, la levadura obtendrá de la glucosa del azúcar la energía que requiere para realizar sus funciones vitales.	La descripción a partir de las características del fenómeno.
	2	E2: Lo que ocurre es que existe una reacción entre la levadura y el azúcar, estos dos componentes producen CO ₂ que al estar en contacto con el agua caliente y a cierta temperatura elevada hace que el gas se desplace y pueda	La descripción a partir de las características del fenómeno.

Pregunta	Nivel	Intención (Respuesta de los estudiantes)	Características relacionadas con el concepto
		inflarse el globo que se encuentra en la boca de la botella.	
	2	E3: Al reaccionar la levadura con el agua crea la combinación con el azúcar esta hace que ocasione que la levadura despierte y obtenga energía por medio de la glucosa para anchar el globo	La descripción a partir de las características del fenómeno.

Fuente: La investigadora (2017)

Tabla 10. Respuestas de los estudiantes al concepto de reacciones químicas y laboratorio tipo de reacciones químicas.

Pregunta	Intención (Respuesta de los estudiantes)
A qué tipo de reacción pertenece la siguiente reacción química: $\text{Cu} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CuCl}_2 + \text{H}_2$	E1: Sustitución simple E2: Sustitución Simple E3: Doble sustitución
¿Por qué una reacción de neutralización se considera de doble sustitución?	E1: La reacción de neutralización es aquella en la cual reacción en oxido (o en oxido acido) con una base, en la reacción se forma una sal y en la mayoría de los casos se forma agua. $\text{Acido} + \text{base} \rightarrow \text{sal} + \text{agua}$

	<p>E2: Una reacción de neutralización produce sal y agua, y este es un tipo de doble sustitución, pero una reacción de doble sustitución no siempre es neutralizada.</p> <p>E3: Es de neutralización porque el ácido y la base se unen, y es doble desplazamiento hay dos compuestos que desplazan a dos más.</p>
¿Qué son reacciones endotérmicas y exotérmicas?	<p>E1: Endotérmicas: Cualquier reacción química que absorbe energía si hablamos de entalpía. Es aquella que tiene un incremento en la entalpía</p> <p>Exotérmica: Cualquier reacción química que desprenda energía, ya que sea como luz o calor, variación negativa de la entalpía.</p> <p>E2: Exotérmica: son reacciones que desprenden energía ya sea en forma de luz o calor. Exo- afuera-libera.</p> <p>Endotérmica: Son reacciones que absorben energía lo de los productos menos a la de los reactivos.</p> <p>E3: La reacción endotérmica es cualquier reacción que observe energía (calor) y la reacción exotérmica es cualquier reacción que libera energía. Ambos presenten variación en la entalpía (variación de energía calorífica).</p>
¿Qué es punto de ignición (Madera o palillo) y que ocurre cuando hay presencia de oxígeno?	<p>E1: Se denomina punto de ignición de una materia combustible al conjunto de condiciones básicas (presión, temperatura) necesarios para que la sustancia empiece arder y se mantenga la llama sin necesidad de añadir calor exterior.</p> <p>E2: Conjunto de condiciones físicas. Al mezclarse con el oxígeno pueden dar las condiciones para que cualquier chispa que alcance la temperatura la ignición necesaria, inicie el fuego.</p>

	E3: El punto de igniciones la temperatura necesaria para que una sustancia empiece a arder.
--	--

Fuente: La investigadora (2017)

8.3 Descripción de la práctica. Laboratorio Tipo de Reacciones Químicas

Como trabajo colectivo se realiza esta primera práctica de laboratorio, de la cual se dispuso de dos horas de clase para realizar en parejas de estudiantes dicha actividad; el proceder fue siguiendo la guía de laboratorio con un paso a paso para realizar la práctica de **Reacción de Síntesis** donde se somete a ignición la cinta de magnesio, fue tomada la cinta con unas pinzas.

Mientras que para la **Reacción de Descomposición** se tomó 1 gramo de Permanganato de Potasio en un tubo de ensayo y luego se sometió a la llama, dirigiendo el extremo abierto hacia una zona libre de una persona, cuando el clorato se fundió y empezó a burbujear se acercó un trozo de madera, como una astilla, que previamente estuvo prendida y se apagó dejando un puntico rojo en ignición.

Para la **Reacción de Desplazamiento** se introdujeron 4 ml de agua destilada en un tubo de ensayo, luego 2 ml de ácido clorhídrico, y luego se introdujo un grano de zinc, y se tomó otro tubo de ensayo invertido y se recogió el gas desprendido, después de un breve tiempo de reacción y recolección lo acercó a la llama.

Y para la Reacción **de doble desplazamiento**, se inició introduciendo en un tubo de ensayo 2 ml de una solución de yoduro de potasio y en otro tubo de ensayo 2 ml de una solución de nitrato de plomo y se mezclaron las dos soluciones.

¿Qué hicieron los estudiantes?

Los estudiantes no modificaron las indicaciones dadas para realizar la práctica antes mencionada, ya que las pautas fueron un paso a paso que era difícil que se saltaran las indicaciones dadas en la guía de trabajo.

¿Qué hizo el docente?

Después de las prácticas se formularon una serie de preguntas para entender básicamente lo que los estudiantes hicieron durante la práctica. Se plantearon tres preguntas, analizadas en la siguiente tabla.

1. ¿Qué sentiste al realizar la práctica? ¿Puede modificarse algo?
2. Identifica las variables existentes dentro de la práctica (si o no) ¿Por qué?
3. ¿Qué justificación das a los resultados obtenidos?

8.3.1 Síntesis, análisis y discusión de los resultados después de la intervención de la Práctica de Tipo de Reacciones Químicas.

En la primera etapa de este trabajo investigativo, después de la construcción, validación, aplicación inicial del cuestionario y el análisis de la información recolectada.

Después de la intervención se observa que algunas de las ideas que los estudiantes manifiestan en sus respuestas al **Concepto** tienden a el nivel II (donde este componente involucra los dos precedentes, pues mostró cómo los estudiantes al dar explicaciones del comportamiento de la materia a partir de representaciones, dieron una visión concreta que no sobrepasa lo observable y le daban atributos macromoleculares a la composición de la materia y la imposibilidad de dar explicaciones en otros términos que no sean éstos. Estas generalidades al inicio del estudio y en las primeras etapas de la instrucción, muestran como el contexto ofrece en la experiencia solo ideas de este tipo, pues todo con lo que interactuamos en un escenario de la vida real ofrece una visión estática, continua y macroscópica de la materia) y nivel III (en las justificaciones que dieron los estudiantes al comportamiento de la materia, se pudo ver que sobrepasan la barrera de lo observable y sus respuestas estaban en términos de la estructura y no de la apariencia. Para llegar a este tipo de explicaciones, tuvieron que elaborar un plan basado en los datos que se tenían y en la incógnita que se elaboró; la intención del plan mediado por una serie de heurísticos

generales era dar explicaciones con mayor contenido y peso en términos de la Naturaleza de la Materia) donde las reacciones químicas se ven como una idea continua de la estructura de la materia, algunas de sus respuestas fueron:

E₁R₁: “Sustitución Simple” **E₂R₂:** “Una reacción de neutralización produce sal y agua, y este es un tipo de doble sustitución, pero una reacción de doble sustitución no siempre es neutralizada”, propias del nivel II. Mientras que respuestas como, **E₃R₃:** “La reacción endotérmica es cualquier reacción que observe energía (calor) y la reacción exotérmica es cualquier reacción que libera energía. Ambos presenten variación en la entalpía (variación de energía calorífica)” **E₂R₄:** “Conjunto de condiciones físicas. Al mezclarse con el oxígeno pueden dar las condiciones para que cualquier chispa que alcance la temperatura la ignición necesaria, inicie el fuego”, propias del nivel III.

8.3.2 Análisis de los resultados obtenidos en la Solución de Problemas

Tabla 11. Respuestas de los estudiantes a Resolución de Problemas

Una vez realizada la práctica, ¿Consideras necesario cambiarle algo?	Se identificaron las variables trabajadas durante la práctica. Si o No. ¿Por qué?	¿Qué justificación das a los resultados obtenidos?
E₁: No le cambiaría nada, pues con las indicaciones que dio la profesora obtuvo los resultados que se esperaban, pues era lo que se pedía en el manual	E₁: Si, en las cuatro reacciones que hizi debía tener controlada la temperatura, también creer que la cantidad de aire es necesario conocerlo para saber si una reacción es más rápida o lenta.	E₁: En la primera reacción de la quema del magnesio se dio a los 30 seg, si se cambian las condiciones puede ser más rápido, pues en el experimento de la descomposición del clorato vimos que se quemó un palito de madera cuando había más oxígeno en el tubo de ensayo. En la

		práctica del zinc se hacía más rápida si se aumentaba la temperatura del tubo. Creo que en la tercera actividad el cambio de color se dio por intercambio de cosas entre los compuestos.
	E2: Tal vez, cuando hicimos	
E2: Yo le cambiaría a la práctica la cantidad de oxígeno que se necesita para la combustión del magnesio y la descomposición del cloruro de potasio. Si existiera una manera de añadirle más oxígeno tal vez la reacción sería más rápida, pues eso me imagino.	la práctica quisimos hacer la combustión del magnesio dentro de un frasco y ver si se tardaba o no en prenderse, de pronto eso nos daba otro resultado. Con el Zinc y el HCl uno de los compañeros aumento la llama del mechero y se veía más formación de burbujas, me imagino que eso depende que la reacción sea rápida o lenta.	E2: Para que se dé una reacción química se necesita tener en cuenta cosas como la temperatura de la llama y si hay o no oxígeno.
E3: Cuando realizamos la práctica solo seguí las indicaciones que me entregó la profesora. Seguí el paso a paso de las actividades y al final debíamos decir qué era una reacción química. No le cambiaría nada, pues todo estuvo muy bien.	E3: Solo me limité a seguir las instrucciones que estaban en la guía, en ningún momento se habló que habían variables, me imagino que la docente tenía que darlas.	E3: Al terminar la práctica nos damos cuenta de qué se tratan las reacciones químicas, pues vimos cambios de color, por ejemplo, cuando se hizo la mezcla del yoduro de potasio y el nitrato de plata, me imagino que hay

cambios porque se vio un
color naranja que apareció.

Fuente: La investigadora (2017)

8.3.3 Síntesis, análisis y discusión de los resultados después de la intervención de la Resolución de Problemas.

Las respuestas de los estudiantes representan claramente al nivel I y se puede evidenciar en respuestas tales como: **R₁E₁** “No le cambiaría nada, pues con las indicaciones que nos dio la profesora obtuvimos los resultados que se esperaban, pues era lo que se pedía en el manual”; **R₁E₃** “Cuando realizamos la práctica solo seguí las indicaciones que me entregó la profesora. Seguí el paso a paso de las actividades y al final debíamos decir qué era una reacción química. No le cambiaría nada, pues todo estuvo muy bien”; **R₃E₃** “Al terminar la práctica nos damos cuenta de qué se tratan las reacciones químicas, pues vimos cambios de color, por ejemplo cuando se hizo la mezcla del yoduro de potasio y el nitrato de plata, me imagino que hay cambios porque se vio un color naranja que apareció”, es en este nivel donde se demuestra la redesccripción de la experiencia y enuncia el problema y describe el experimento según sus observaciones o utiliza datos de las instrucciones para justificar sus respuestas.

En otro grupo de respuestas se evidencia notoriamente el nivel III, como estas: **R₁E₂** “Yo le cambiaría a la práctica la cantidad de oxígeno que se necesita para la combustión del magnesio y la descomposición del cloruro de potasio. Si existiera una manera de añadirle más oxígeno tal vez la reacción sería más rápida, pues eso me imagino” **R₂E₁** “Si, en las cuatro reacciones que hicimos debíamos tener controlada la temperatura, también creemos que la cantidad de aire es necesario conocerlo para saber si una reacción es más rápida o lenta” **R₂E₂** “Tal vez, cuando hicimos la práctica quisimos hacer la combustión del magnesio dentro de un frasco y ver si se tardaba o no en prenderse, de pronto eso nos daba otro resultado. Con el Zinc y el HCl uno de los compañeros aumento la llama del mechero y se veía más formación de burbujas, me imagino que eso depende que la reacción sea rápida o lenta” **R₃E₂** “Para que se dé una reacción química se necesita tener en cuenta cosas como la temperatura de la llama y si

hay o no oxígeno”, es este nivel donde se identificaron una o dos variables, en este nivel se reconocen las variables sin realizar algún tipo de relaciones entre ellas.

Tabla 12. Respuestas de los estudiantes al concepto de óxido – reducción. Laboratorio oxido - reducción

Pregunta	Intención (Respuesta de los estudiantes)
¿Cuál es la diferencia entre los procesos de oxidación y de reducción?	<p>E1: Cuando un átomo, molécula o ion se oxida, es decir pierde electrones, se vuelve positivo. Generalmente cuando se dice que un átomo o molécula se redujo es que gana electrones.</p> <p>E2: Oxidación: un átomo, ion o molécula se oxida, pierde electrones se puede afectar químicamente por reacción con oxígeno con agente oxidante y eléctricamente.</p> <p>Reducción: es la eliminación de oxígeno en un compuesto o adición de hidrógeno, ganando e^-</p> <p>E3: Se oxida cuando se pierde electrones y se reduce cuando se gana electrones.</p>
Explicar ¿Cuál es el papel que cumple el agente oxidante y el agente reductor en los procesos redox? Se claro.	<p>E1: Un agente es aquel que se oxida, es decir cede electrones a otro compuesto, elemento. El agente oxidante es aquel que se reduce es decir que roban electrones a otro compuesto, elemento.</p> <p>E2: El agente oxidante, tiene un proceso en el que el acepta e^- por tanto, hay redox en dicho proceso y el agente reductor, el proceso redox pierde e^- y se oxida, en ese proceso aumenta el número de oxidación.</p> <p>E3: Es aquel agente oxidante acepta electrones y por tanto se reduce en dicho proceso. Agente reductor pierde electrones y su carga pasa de a positivo.</p>
¿Cuál es el resultado de la suma	<p>E1: Todos los elementos en un estado natural o combinación tiene igual a cero</p>

algebraica de los números de oxidación de los elementos que conforman un ion poli atómico?	<p>E2: En un ion poli atómico o suma algebraica de los números de oxidación debe ser igual a la carga del ion.</p> <p>E3: Los iones poli atómicos, más comunes tienen carga negativa.</p>
--	---

Fuente: La investigadora (2017)

8.4 Descripción de la práctica. Laboratorio Óxido – Reducción

Como trabajo colectivo se realiza una segunda práctica de laboratorio, de la cual se dispuso de dos horas de clase para realizar en parejas de estudiantes dicha actividad; el proceder fue siguiendo la guía de laboratorio paso a paso para realizar la ***Reacción del Ion con una Solución Ácida:*** se tomaron 5 ml de una solución de Sulfato de Hierro (Solución A) y 5 ml de Permanganato de Potasio se le adicionaron unas gotas de ácido sulfúrico (Solución B) se vertieron gota a gota la solución B en la solución A hasta cuando cesó el cambio de color.

Mientras que para la ***Reacción de Oxido –reducción*** se tomaron tres trozos de **Zinc** uno para cada tubo de ensayo y a uno se le adicionó nitrato de plata más el zinc inicial, al otro nitrato de cobre más el zinc y al otro tubo nitrato de plomo, luego se tomaron tres trozos de **Cobre** uno para cada tubo de ensayo y a uno se le adicionó nitrato de plata más el zinc inicial, al otro nitrato de cobre más el zinc y al otro tubo nitrato de plomo, y por último se tomaron tres trozos de **Plomo** uno para cada tubo de ensayo y a uno se le adicionó nitrato de plata más el zinc inicial, al otro nitrato de cobre más el zinc y al otro tubo nitrato de plomo.

Y por último para la ***Reacción de Cuprizado de Objeto Metálico***, se tomó un tubo de ensayo de 5 ml con sulfato de cobre y se le introdujo un clavo, previamente limpio con acetona y una lija, y se dejó actuar por 30 minutos.

¿Qué hicieron los estudiantes?

Los estudiantes no modificaron las indicaciones dadas para realizar la práctica antes mencionada, ya que las pautas fueron un paso a paso que era difícil que se saltaran las indicaciones dadas en la guía de trabajo.

¿Qué hizo el docente?

Después de las prácticas se formularon una serie de preguntas para entender básicamente lo que los estudiantes hicieron durante la práctica. Se plantearon tres preguntas que van a ser analizadas en la siguiente tabla.

1. ¿Qué sentiste al realizar la práctica? ¿Puede modificarse algo?
2. Identifica las variables existentes dentro de la práctica (sí o no) ¿Por qué?
3. ¿Qué justificación da a los resultados obtenidos?

8.4.1 Síntesis, análisis y discusión de los resultados después de la intervención de la práctica de óxido - reducción

Después de la intervención se observa que algunas de las ideas que los estudiantes manifestaron en sus respuestas al **Concepto** tienden a el nivel II (donde este componente involucra los dos precedentes, pues mostró cómo los estudiantes al dar explicaciones del comportamiento de la materia a partir de representaciones, dieron una visión concreta que no sobrepasa lo observable y le daban atributos macromoleculares a la composición de la materia y la imposibilidad de dar explicaciones en otros términos que no sean éstos. Estas generalidades al inicio del estudio y en las primeras etapas de la instrucción, muestran como el contexto ofrece en la experiencia solo ideas de este tipo, pues todo con lo que interactuamos en un escenario de la vida real ofrece una visión estática, continua y macroscópica de la materia) y nivel III (en las justificaciones que dieron los estudiantes al comportamiento de la materia, se pudo ver que sobrepasan la barrera de lo observable y sus respuestas estaban en términos de la estructura y no de la apariencia. Para llegar a este tipo de explicaciones, tuvieron que elaborar un plan basado en los datos que se tenían y en la incógnita que se elaboró; la intención del plan mediado por una serie de heurísticos generales era dar explicaciones con mayor contenido y peso en términos de la Naturaleza

de la Materia) donde las reacciones químicas se ven como una idea continua de la estructura de la materia, algunas de sus respuestas dadas fueron:

E₁R₃: “Todos los elementos en un estado natural o combinación tiene igual a cero”
E₂R₃: “En un ion poli atómico o suma algebraica de los números de oxidación debe ser igual a la carga del ion” **E₃R₃,** “Los iones poli atómicos, más comunes tienen carga negativa”. Propias del nivel II. Mientras que respuestas como, **E₁R₁:** “Cuando un átomo, molécula o ion se oxida, es decir pierde electrones, se vuelve positivo. Generalmente cuando se dice que un átomo o molécula se redujo es que gana electrones” **E₂R₁:** “Oxidación: un átomo, ion o molécula se oxida, pierde electrones se puede afectar químicamente por reacción con oxígeno con agente oxidante y eléctricamente. Reducción: es la eliminación de oxígeno en un compuesto o adición de hidrógeno, ganando e⁻” **E₃R₁:** “Se oxida cuando se pierde electrones y se reduce cuando se gana electrones”, son propias del nivel III.

8.4.2 Análisis de los resultados obtenidos en la Solución de Problemas

Tabla 13. Respuestas de los estudiantes a Resolución de Problemas

Una vez realizada la práctica, ¿consideras necesario cambiarle algo?	Se identificaron las variables trabajadas durante la práctica. Si o No. ¿Por qué?	¿Qué justificación das a los resultados obtenidos?
E₁: En los procesos del laboratorio no le cambiaría nada, solo una parte de la primera parte donde el permanganato de potasio estaba muy concentrado y lo diluimos.	E₁: Creo que la principal variable que trabajamos en el laboratorio fue la concentración, todas las sustancias estaban al 0,1 M y por lo que vimos en la primera parte puede ser una variable que se tiene que trabajar. Si los nitratos estuvieran a más concentración	E₁: Los metales eran los agentes reductores y los nitratos los agentes oxidantes, las concentraciones de los nitratos eran iguales y vimos que hay nitratos que tienen más poder oxidante que otros, independiente de su concentración.

<p>E2: El grupo hizo unos cambios, por ejemplo, en la primera actividad la solución de permanganato estaba muy concentrada al hacerle una dilución pudimos ver que al agregarle el ácido sulfúrico hubo decoloración, a menos concentración se daba más fácil el cambio de color.</p> <p>E3: No le hicimos cambios a la práctica, seguimos la secuencia de las actividades y observamos cambios de apariencia en algunos reactivos o metales que la profesora nos dio para la práctica</p>	<p>imaginamos que las reacciones pueden darse más rápido al haber más disponibilidad de electrones libres para la reacción.</p> <p>E2: Como dije en la pregunta anterior la concentración fue importante para que la reducción del permanganato se diera más fácil.</p> <p>E3: Creo que la variable que se trabajó en la práctica fue la cantidad de sustancia que se utilizó en cada una de las partes de la práctica.</p>	<p>E2: Hay mejores agentes oxidantes que otros, en la práctica vimos que el nitrato de plata fue mejor que los otros pues oxido mucho más rápido a los metales que estaban dentro del tubo de ensayo.</p> <p>E3: Yo creo que la oxido reducción depende de la entrega y la pérdida de electrones en una reacción.</p>
--	---	---

Fuente: La investigadora (2017)

8.4.3 Síntesis, análisis y discusión de los resultados después de la intervención de la Resolución de Problemas.

Las respuestas de los estudiantes representan claramente al nivel I y se puede evidenciar en respuestas tales como: **R₁E₁** *“En los procesos del laboratorio no le cambiaría nada, solo una parte de la primera parte donde el permanganato de potasio estaba muy concentrado y lo diluimos”*; **R₁E₃** *“No le hicimos cambios a la práctica, seguimos la secuencia de las actividades y observamos cambios de apariencia en algunos reactivos o metales que la profesora nos dio para la práctica”*, es en este nivel donde se demuestra la redescricción de la experiencia y enuncia el problema y describe el experimento según sus observaciones o utiliza datos de las instrucciones para justificar sus respuestas.

En otro grupo de respuestas se evidencia notoriamente el nivel III, como estas: **R₂E₁** *“Creo que la principal variable que trabajamos en el laboratorio fue la concentración, todas las sustancias estaban al 0,1 M y por lo que vimos en la primera parte puede ser una variable que se tiene que trabajar. Si los nitratos estuvieran a más concentración imaginamos que las reacciones pueden darse más rápido al haber más disponibilidad de electrones libres para la reacción”* **R₂E₂** *“Como dije en la pregunta anterior la concentración fue importante para que la reducción del permanganato se diera más fácil”* **R₂E₃** *“Creo que la variable que se trabajó en la práctica fue la cantidad de sustancia que se utilizó en cada una de las partes de la práctica”* **R₃E₁** *“Los metales eran los agentes reductores y los nitratos los agentes oxidantes, las concentraciones de los nitratos eran iguales y vimos que hay nitratos que tienen más poder oxidante que otros, independiente de su concentración”*, **R₃E₂** *“Hay mejores agentes oxidantes que otros, en la práctica vimos que el nitrato de plata fue mejor que los otros pues oxido mucho más rápido a los metales que estaban dentro del tubo de ensayo”* **R₃E₃** *“Yo creo que la oxido reducción depende de la entrega y la pérdida de electrones en una reacción”*, es este nivel donde se identificaron una o dos variables, en este nivel se reconocen las variables sin realizar algún tipo de relaciones entre ellas.

Pero también aparece una respuesta donde se evidencia el nivel V como esta: **R₁E₂** *“El grupo hizo unos cambios, por ejemplo, en la primera actividad la solución de permanganato estaba muy concentrada al hacerle una dilución pudimos ver que al*

agregarle el ácido sulfúrico hubo decoloración, a menos concentración se daba más fácil el cambio de color”, **R3E2** “Hay mejores agentes oxidantes que otros, en la práctica vimos que el nitrato de plata fue mejor que los otros pues oxido mucho más rápido a los metales que estaban dentro del tubo de ensayo”, en este nivel se realiza la resolución de problemas de manera adecuada identificación y relación de variables y justifica o no dicha relación.

Tabla 14. Laboratorio Cálculos Estequiométricos

Pregunta	Intención (Respuesta de los estudiantes)
Escriba la reacción química de descomposición del Clorato de potasio.	E1: $\text{KClO}_3 \rightarrow \text{Cl} + \text{O}_2$ E2: $2\text{KCl}_3 \rightarrow \text{Cl} + 3\text{O}_2$ E3: $2\text{KCl}_3 \rightarrow \text{KCl} + 3\text{O}_2$
Escriba la ecuación balanceada de la siguiente reacción. $\text{MnO}_2 + \text{PbO}_2 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{HMnO}_4 + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$	E1: $2\text{MnO}_2 + 3\text{PbO}_2 + \text{HNO}_3 \rightarrow 6\text{HMnO}_4 + 3\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$ E2: $2\text{MnO}_2 + 3\text{PbO}_2 + \text{HNO}_3 \rightarrow 6\text{HMnO}_4 + 3\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$ E3: $2\text{MnO}_2 + 3\text{PbO}_2 + \text{HNO}_3 \rightarrow 6\text{HMnO}_4 + 3\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$
¿Cómo se determina la composición porcentual de un elemento en un compuesto?	E1: Se obtiene al dividir la masa de un elemento contenido en una mol del compuesto entre la masa mediante y multiplicada por el 100%. E2: Es un porcentaje en masa de los elementos presentes en algunos compuestos y la obtenemos si dividimos la masa del elemento contenido en 1 mol del compuesto entre su masa molecular. E3: Se define como el porcentaje en masa de cada elemento presente en un compuesto se obtiene ala dividir la masa de un

	elemento contenido en 1 mol de compuesto, entre la masa molar del compuesto y multiplicarla por 100%.
--	---

Fuente: La investigadora (2017)

8.5 Descripción de la práctica. Laboratorio Cálculos Estequiométricos

Como metodología colectiva en esta tercera y última práctica de laboratorio, se dispuso de dos horas de clase para realizar dicha actividad; el proceder fue en parejas de estudiantes siguiendo la guía de laboratorio paso a paso para realizar la *Obtención de Oxígeno* fue necesario un tubo de ensayo con desprendimiento lateral, se le adicionó 1 gramo de clorato de Potasio, más una pizca de dióxido de magnesio totalmente seco todo, luego se le puso un tapón al tubo de ensayo y una manguera, luego el tubo con desprendimiento lateral se puso a fuego, sujeto al soporte universal con unas pinzas con nuez. Después se tomó una probeta de 250 ml invertida en una cubeta llena de agua hasta las 2/3 partes de agua y se invirtió la boca de este, y se puso la punta de la manguera sobrante bajo el agua en la cubeta. Y se esperó a que la reacción ocurriera.

¿Qué hicieron los estudiantes?

Los estudiantes no modificaron las indicaciones dadas para realizar la práctica antes mencionada, ya que las pautas fueron un paso a paso que era difícil que se saltaran las indicaciones dadas en la guía de trabajo.

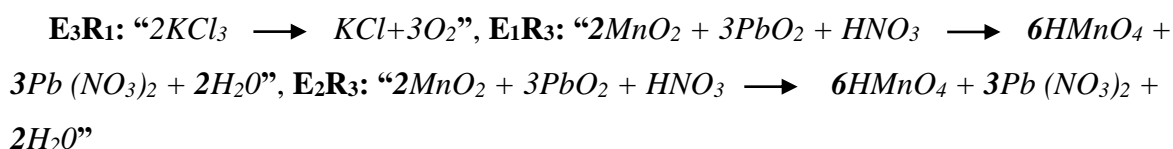
¿Qué hizo el docente?

Después de las prácticas se formularon una serie de preguntas para entender básicamente lo que los estudiantes hicieron durante la práctica. Se plantearon tres preguntas que van a ser analizadas en la siguiente tabla.

1. ¿Qué sentiste al realizar la práctica? ¿Puede modificarse algo?
2. Identifica las variables existentes dentro de la práctica (sí o no) ¿Por qué?
3. ¿Qué justificación da a los resultados obtenidos?

8.5.1 Síntesis, análisis y discusión de los resultados después de la intervención de la práctica de Estequiometria.

Después de la intervención se observa que algunas de las ideas que los estudiantes manifestaron en sus respuestas al **Concepto** tienden a el nivel II (donde este componente involucra los dos precedentes, pues mostró cómo los estudiantes al dar explicaciones del comportamiento de la materia a partir de representaciones, dieron una visión concreta que no sobrepasa lo observable y le daban atributos macromoleculares a la composición de la materia y la imposibilidad de dar explicaciones en otros términos que no sean éstos. Estas generalidades al inicio del estudio y en las primeras etapas de la instrucción, muestran como el contexto ofrece en la experiencia solo ideas de este tipo, pues todo con lo que interactuamos en un escenario de la vida real ofrece una visión estática, continua y macroscópica de la materia) y nivel III (en las justificaciones que dieron los estudiantes al comportamiento de la materia, se pudo ver que sobrepasan la barrera de lo observable y sus respuestas estaban en términos de la estructura y no de la apariencia. Para llegar a este tipo de explicaciones, tuvieron que elaborar un plan basado en los datos que se tenían y en la incógnita que se elaboró; la intención del plan mediado por una serie de heurísticos generales era dar explicaciones con mayor contenido y peso en términos de la Naturaleza de la Materia) donde las reacciones químicas se ven como una idea continua de la estructura de la materia, algunas de sus respuestas fueron:



E3R3: $2MnO_2 + 3PbO_2 + HNO_3 \rightarrow 6HMnO_4 + 3Pb(NO_3)_2 + 2H_2O$ propias del nivel III. Mientras que respuestas como, **E1R3:** *“Se obtiene al dividir la masa de un elemento contenido en una mol del compuesto entre la masa mediante y multiplicada por el 100%”*. **E2R3:** *“Es un porcentaje en masa de los elementos presentes en algunos compuestos y la obtenemos si dividimos la masa del elemento contenido en 1 mol del compuesto entre su masa molecular”*. **E3R3:** *“Se define como el porcentaje en masa de cada elemento presente en un compuesto se obtiene al dividir la masa de un elemento contenido en 1 mol de*

compuesto, entre la masa molar del compuesto y multiplicarla por 100%”, propias del nivel II.

8.5.2 Análisis de los resultados obtenidos en la Solución de Problemas

Tabla 15. Respuestas de los estudiantes a Resolución de Problemas

Una vez realizada la práctica, ¿consideras necesario cambiarle algo?	Se identificaron las variables trabajadas durante la práctica. Si o No. ¿Por qué?	¿Qué justificación das a los resultados obtenidos?
<p>E1: Durante la práctica no hicimos cambios, solo lo que la guía nos presentaba, sin embargo, uno de los grupos propuso cambios en la cantidad de clorato para empezar y algunos lo hicieron.</p> <p>E2: Durante la práctica no hicimos cambios, solo que pensamos en tener una cantidad diferente de clorato de potasio al inicio de la práctica para comparar el rendimiento con los demás grupos.</p> <p>E3: No le cambiamos nada a la práctica cuando la</p>	<p>E1: Las variables que controlamos durante el experimento fueron: la masa, el volumen de oxígeno producido, la temperatura y la cantidad de materia transformada.</p> <p>E2: Pienso que debíamos hacer seguimiento a la producción de oxígeno durante la práctica. Debíamos tener control sobre la masa, la temperatura y el volumen de oxígeno.</p> <p>E3: Durante la práctica teníamos que estar pendientes de la cantidad de oxígeno que</p>	<p>E1: Se obtuvo oxígeno a partir de una cantidad conocida de clorato de potasio.</p> <p>E2: Que a mayor cantidad de clorato de potasio usado más será la producción de oxígeno.</p> <p>E3: Al ser una reacción de descomposición los grupos trabajamos sobre la idea de entender cuántas moles de oxígeno se producían a partir de una cantidad conocida de clorato de potasio, bajo condiciones de temperatura constante. En la reacción se producía oxígeno (producto) a mayor cantidad de clorato se producía mayor</p>

realizamos, además era algo complicada siguiendo las instrucciones que nos dio la profesora.	se producía cuando se calentaba el clorato de potasio. Tal vez esa sea la variable que debíamos controlar.	cantidad de oxígeno por la descomposición.
--	--	--

Fuente: La investigadora (2017)

8.5.3 Síntesis, análisis y discusión de los resultados después de la intervención de la Resolución de Problemas.

Las respuestas de los estudiantes representan claramente al nivel I y se puede evidenciar en respuestas tales como: **R₁E₁** “Durante la práctica no hicimos cambios, solo lo que la guía nos presentaba, sin embargo, uno de los grupos propuso cambios en la cantidad de clorato para empezar y algunos lo hicieron”; **R₁E₂** “Durante la práctica no hicimos cambios, solo que pensamos en tener una cantidad diferente de clorato de potasio al inicio de la práctica para comparar el rendimiento con los demás grupos” **R₁E₃**: “No le cambiamos nada a la práctica cuando la realizamos, además era algo complicada siguiendo las instrucciones que nos dio la profesora”, es en este nivel donde se demuestra la redescritión de la experiencia y enuncia el problema y describe el experimento según sus observaciones o utiliza datos de las instrucciones para justificar sus respuestas.

En otro grupo de respuestas se evidencia notoriamente el nivel III, como estas: **R₂E₁** “Las variables que controlamos durante el experimento fueron: la masa, el volumen de oxígeno producido, la temperatura y la cantidad de materia transformada” **R₂E₂** “Pienso que debíamos hacer seguimiento a la producción de oxígeno durante la práctica. Debíamos tener control sobre la masa, la temperatura y el volumen de oxígeno” **R₂E₃** “Durante la práctica teníamos que estar pendientes de la cantidad de oxígeno que se producía cuando se calentaba el clorato de potasio. Tal vez esa sea la variable que debíamos controlar, es este nivel donde se identificaron una o dos variables, en este nivel se reconocen las variables sin realizar algún tipo de relaciones entre ellas.

Pero también aparece una respuesta donde se evidencia el nivel V como esta: **R₃E₁**: “Se obtuvo oxígeno a partir de una cantidad conocida de clorato de potasio”, **R₃E₂**: “Que a

mayor cantidad de clorato de potasio usado más será la producción de oxígeno” R₃E₃: “Al ser una reacción de descomposición los grupos trabajamos sobre la idea de entender cuántas moles de oxígeno se producían a partir de una cantidad conocida de clorato de potasio, bajo condiciones de temperatura constante. En la reacción se producía oxígeno (producto) a mayor cantidad de clorato se producía mayor cantidad de oxígeno por la descomposición”, en este nivel se realiza la resolución de problemas donde se relacionan variables y justifica o no dicha relación.

9 DISCUSIÓN FINAL

9.1 Progresión del concepto de Reacciones Químicas

Se evidencia claramente la relación que se dio en la investigación entre el aprendizaje del concepto de reacciones químicas y la resolución de problemas, dentro de las respuestas de los estudiantes en la fase inicial sus respuestas se encuentran en esta subcategoría que comprobó que los estudiantes aún presentan una idea continua de la estructura de la materia, pero a diferencia del anterior toman las características del fenómeno, y a partir de ellas, dan sus explicaciones. Benarroch (2000), planteó estos mismos patrones en términos de un II nivel explicativo de la estructura de la materia. Al igual que en la anterior subcategoría, las explicaciones se regían mucho por el conocimiento cotidiano al atribuirle a las causas NO observables, propiedades similares a las que poseen el mundo observable y en la fase final se evidencia que siguen presentando las mismas ideas del concepto donde no hay evolución. Mientras que al momento de solucionar problemas, se logró que pasaran de la redescrición de la experiencia y de enunciar el problema a describir el experimento según sus observaciones, utilizando datos de las instrucciones para justificar sus respuestas a que los estudiantes identificaran de uno o dos variables, en este nivel se reconocieron las variables sin realizar algún tipo de relaciones entre ellas.

10 CONCLUSIONES

De acuerdo con los logros alcanzados de la intervención didáctica establecidos al inicio de esta tesis, se concluye lo siguiente:

- Mediante el trabajo se pudo evidenciar la relación que se establece entre la resolución de problemas y el aprendizaje del concepto de reacciones químicas en los estudiantes de la UCM, a partir de los modelos explicativos y la resolución de problemas se logró que pasaran de la redescrición de la experiencia y de enunciar el problema a describir el experimento según sus observaciones, utilizando datos de las instrucciones para justificar sus respuestas a que los estudiantes identificaran de uno o dos variables, en este nivel se reconocieron las variables sin realizar algún tipo de relaciones entre ellas.
- A lo largo de la unidad se pudo mejorar los modelos explicativos que los estudiantes tienen acerca del concepto de reacciones químicas, porque a través de las diferentes actividades realizadas se verifico como los estudiantes alcanzaron niveles explicativos macroscópicos al iniciar para pasar hacia niveles explicativos de mayor complejidad, pero dando detalles macroscópico propios del concepto.
- La unidad didáctica, demostró como de manera positiva influyo para que los estudiantes de la UCM manifestaran cambios en los modelos explicativos del concepto de reacciones químicas.
- Se evaluaron los modelos explicativos los cuales favorecieron el aprendizaje del concepto de reacciones químicas, en la primera etapa de este trabajo investigativo, después de la construcción, validación, aplicación inicial del cuestionario y el análisis de la información recolectada, los estudiantes se encuentran en el modelo: ***Explicación del fenómeno desde la composición***; según el modelo cinético molecular, que se encuentran en un III nivel explicativo de la estructura de la materia.

11 RECOMENDACIONES

- Desarrollar este tipo de investigación en otros temas de química, con el fin de que los estudiantes asuman otro encuentro con el aprendizaje y de la Resolución de Problemas, se encuentran fuertemente ligado a proceso que estimulan mecanismos de repetición y a acciones que validan este proceso resolutivo.
- Diseñar y validar nuevos instrumentos donde se promueva el aprendizaje para lograr el cambio de un modelo básico a uno de orden superior o más científico, sobre el concepto de reacciones químicas.
- Será el modelo de enseñanza y aprendizaje, donde se plantea la resolución de problemas, donde se desarrolla la solución como modelo y los alumnos repiten la solución que se plantea, es allí donde se aplican a problemas similares, provocando la aparición de dificultades inherentes al proceso resolutivo.

12 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alzate, M. (2007). *Composición /estructura en química: tendencias cognitivas, etapas y ayudas cognitivas. Tesis Doctoral. Universidad de Burgos*. Recuperado el 18 de abril de 2017, de [dspace.ubu.es:8080/tesis: http://dspace.ubu.es:8080/tesis/bitstream/10259/75/1/Alzate_Cano.pdf](http://dspace.ubu.es:8080/tesis/bitstream/10259/75/1/Alzate_Cano.pdf)
- Becerra, L. C., Gras-Martí, A., & Martínez-Torregrosa, J. (2004). *Análisis de la resolución de problemas de física en secundaria Y primer curso universitario en Chile*. España: Enseñanza de las Ciencias:, 22, 2.
- Benítez, M. L., & Valderrama, S. M. (2014). *Contribución de las representaciones semióticas sobre reacciones químicas en el cambio del concepto de reacción química*. . Manizales.: Universidad Autónoma De Manizales. Departamento De Educación .
- Bodner, G., & Weaver, G. (2008). *Research and practice in chemical education in advanced courses. Chemistry Education Research and Practice*, 9(2), 81-83,. Recuperado el 15 de abril de 2017, de [pubs.rsc.org: http://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2008/RP/b806596a](http://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2008/RP/b806596a)
- Cantillo, E. C., & Vallarta, M. D. (2002). Concepciones y representaciones de los maestros de secundaria y bachillerato sobre la naturaleza, el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias. . *Revista mexicana de investigación educativa*, , 7(16), 577-602.
- Chastrette, M., & Franco. (1991). *M. (1991). La reacción química: descripciones e interpretaciones de los alumnos de liceo*. . Bogotá: Enseñanza de las ciencias, 9 (3), 244.
- Das, J. P., Kar, B. C., & Parrilla, R. K. (1998). *Palnificación cognitiva. Bases psicológicas de la conducta inteligente*. Barcelona: Pidos, p 47.
- De Vega, M. (1998). *Introducción a la psicología cognitiva*. . Madrid: Alianza. p. 494.
- Díaz-Barriga, F. (2001). Habilidades de pensamiento crítico sobre contenidos históricos en alumnos de bachillerato. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, , 6(13), pp. 525-554.
- Dumas-Carre, A. (1987). *La resolution de problemas en Phisique au Lycée. Tesis Doctoral*. . Paris: Universidad de Paris. Facultad de Ciencias de la Educación. .

- Espinosa, L. A. (12 de junio de 2009). *Reinventando el sistema educativo*. Recuperado el 12 de abril de 2017, de www.dinero.com/: <http://www.dinero.com/columnistas/edicion-impresia/articulo/reinventando-sistema-educativo/79133>
- Fancione, P. A. (1990). *Critical thinking: A statement of expert consensus for purposes of educational assessment and instruction*. . Millbrae, CA, The California: Academic Press.
- García, A. L. (2006). *Nuevos ambientes de aprendizaje*. España: Bened.
- Garnham, A., & Oakhill, J. (1999). *Manual de psicología del pensamiento*. . Barcelona:: Paidós. p. 221.
- Henao, G. J. (2013). *Tesis de maestría enseñanza y aprendizaje del concepto naturaleza de la materia mediante el aprendizaje basado en problemas*. Manizales: Universidad Autónoma De Manizales.
- Ibáñez, O. M. (2003). *Aplicación de una metodología de resolución de problemas como una investigación para el desarrollo de un enfoque ciencia – tecnología – sociedad en el currículo de biología de educación secundaria*. Madrid: Memoria para optar al grado de doctor: pp. 56-63-65.
- Jansweijer, W., Elshout, J. J., & Wielinga, B. (1990). *The multiplicity of learning to solve problems, edited by H. Mandl, E. de Corte, N. Bennett and H.F. Friedrich, Learning and instruction: european research in an international context*. Oxford: Pergamon Press, 2.1. p. 127.
- Katz, M. (1996). *Teaching Organic Chemistry via student-directed learning: A technique that promotes independence and responsibility in the student*. 440-445: Journal of Chemical Education, 73(5).
- Leonard, W. J., Gerace, W. J., & Dufresne, R. J. (2002). *Resolución de problemas basado en el análisis. Hacer del análisis y del razonamiento el foco de la enseñanza de la física*. . España: Enseñanza de la ciencia, 20, 395.
- López, A. G. (2013). *Pensamiento crítico en el aula*. España: Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
- López, F. (1989). Dependencia-independencia de campo y educación científica,. *Revista de educación*, 289, 235-258.

- Palacios, F. J. (2010). La resolución de problemas en la didáctica de las ciencias experimentales. . *Revista educación y pedagogía*, 10(21), 119-143.
- Paul, R., Binker, A. J., D., & Adamson, K. (1989). *Critical thinking handbook. Highschool. Rohnert Park, CA*,. España: The Center for Critical Thinking and Moral Critique.
- Perales, P. F. (1993). *La resolución de probelmas: una revisión estructurada* . México: Enseñanza en la ciencia.
- Pifarré, M., & Sanuy, J. (2001). *La enseñanza de estrategias de resolución de problemas matemáticos en ESO: un ejemplo concreto*. España: Enseñanza de las ciencias, 19, p. 297.
- Tamayo, A. E., Zona, R., & Loaiza, Y. E. (2014). *Pensamiento crítico en el aula de ciencias*. . Manizales: Universidad de Caldas.
- Torp, L. (1998). *El aprendizaje basado en problemas. Desde el jardín de infantes hasta el final de la escuela secundaria* . Buenos Aires. : Amorrortu Editores.

13 ANEXOS

Anexo A. Unidad Didáctica

Momento de Ubicación

En este primer momento se identifican los obstáculos que poseen los estudiantes. Se describen los cambios acerca del concepto de reacciones cuando se utiliza una metodología basada en problemas para su enseñanza.

Posteriormente fueron reconocidas, se procedió a realizar una serie de actividades que se especifican a continuación, encaminadas a la resolución de problemas en contexto que lleve al alcance de conceptos.

En un primer momento, se aplicó el instrumento inicial a los estudiantes (INSTRUMENTO 1) para indagar las ideas previas o preconceptos que tenían frente al concepto de Reacciones Químicas; por ello, se resuelve un cuestionario de manera virtual de Formularios de Google de preguntas de selección múltiple con única respuesta, para poder evidenciar qué concepciones tenían los estudiantes sobre las reacciones químicas y sobre qué ideas fundamentaban en sus respuestas y sus explicaciones.

Con los datos obtenidos de este instrumento se caracterizó qué tipos de obstáculos existen frente al concepto de *Reacciones Químicas*.

- a. El *Concepto de Reacción Química*,
- b. El *Concepto de Cambios Físicos y químicos*,
- c. El *Concepto de Cinética de la Reacción* y por último,
- d. La *Solución de Problemas*.

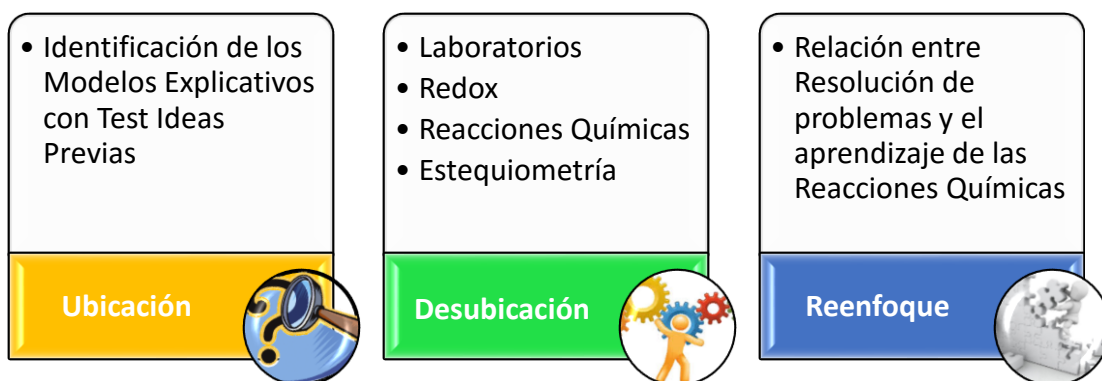
Momento de Desubicación

En el segundo momento se tienen en cuenta los datos obtenidos en el primer momento de la unidad. Se trabajó de a dos estudiantes, (INSTRUMENTO 2), donde cada pareja demostrara experimentalmente por medio de una práctica a los otros grupos sobre las reacciones químicas que les correspondió analizar, para ello, se hace énfasis en la metodología de resolución de problemas donde las prácticas convencionales y

cuestionamientos, diera contextualización a los obstáculos encontrados en los pre-saberes, que permitirán identificar a los estudiantes y al docente qué sucedió con los obstáculos caracterizados en el primer momento.

Momento de Reenfoque

En el último momento se aplicó un instrumento a los estudiantes (INSTRUMENTO 1) para indagar los conceptos que tenían frente al concepto de Reacciones Químicas, después de la intervención; por ello, se resuelve nuevamente el cuestionario de manera virtual de Formularios de Google de preguntas de selección múltiple con única respuesta sobre situaciones de carácter problémico. Dicha exploración permitió hacer comparación directa con lo realizado en los dos momentos anteriores, con el propósito de identificar en cada uno de los estudiantes cómo evolucionaron conceptualmente.



Anexo B. Instrumento 1. Cuestionario Saberes Previos

1. Las cerrillas son utilizadas para encender cualquier instrumento a base de gas, al utilizarlas siempre queda como residuo algunas cenizas. ¿A qué obedece esto?

2. Cuando sirvo un vaso con agua y a este le adiciono un alka-seltzer, ¿A qué se debe la formación de burbujas?

3. Se presentan dos cuerpos: un trozo de manzana y un trozo de hierro (puntilla). Con el tiempo al estar expuestos al medio estos cambian de color. ¿A qué se debe esto?

4. Se dice que las plantas son seres vivos que fabrican su propio alimento y usan la luz solar para dicho propósito. ¿Cuál será la función de esta en el proceso?

5. Cuando el control remoto del tv deja de funcionar lo primero que hacemos es verificar el estado de las pilas. ¿Por qué?

6. Cuando se calienta un globo, este comienza a aumentar su tamaño ¿por qué?

7. Si alguien está a dieta le prohíben consumir pan blanco en las mañanas ¿A qué obedece esta recomendación?

8. En la actualidad se dice que el uso de combustibles fósiles es una preocupación ambiental. ¿A qué se debe esta afirmación?

9. A continuación encontrará una imagen donde se evidencia dos vasos de agua, el primero es un vaso de agua con una cucharada de sal y un sacapuntas metálico y el segundo es un vaso de agua con una cucharada de sal y sacapuntas plástico. Que ocurre allí.



10. A Continuación se presenta paso a paso como que se debe hacer para inflar el globo. Luego de unos minutos ¿Qué sucedió?



Anexo C. Instrumento 2. Tipos de reacciones químicas

Estudiantes: _____

Grupo de Práctica: _____

Introducción: Las reacciones químicas ocurren en todos los procesos de la naturaleza y en el universo, son espontáneas y son de mucha importancia conocerlas y entenderlas, sean estas del tipo ambiental, industrial, alimenticia y a nivel del ser humano o vida animal, formando moléculas más complejas, debido sobre todo a la presencia de oxígeno en el aire y otros factores ambientales. Estas reacciones son importantes identificarlas, entenderlas y clasificarlas para su posterior estudio.

Fundamentación: Los compuestos se forman a partir de reacciones químicas e interacción de una (o varias) moléculas inorgánicas con otra (otras) de tal forma que algunos enlaces se rompen y otros empiezan a formarse, así se originan nuevas moléculas. Una reacción química se representa mediante una ecuación, la función de esta ecuación química es describir cualitativamente y cuantitativamente un proceso químico.

Los símbolos escriben el estado o condición en que se encuentran los reactantes o reactivos y los productos formados. Los coeficientes estequiométricos productos de un previo balanceo y que aparece en la ecuación química describen el aspecto cuantitativo (Cantidad de moles de cada sustancia) de una reacción química. Estas se pueden clasificar en 5 grupos: reacciones de: 1) combinación; 2) descomposición; 3) desplazamiento; 4) doble desplazamiento. También están las reacciones óxido-reducción.

Ejemplos generales de cada tipo:

Combinación $A + B \rightarrow AB$

Descomposición $AB \rightarrow A + B$

Desplazamiento $A + BC \rightarrow AB + C$

Doble desplazamiento $AB + CD \rightarrow AD + CB$

Como estos procesos no son directamente observables, se sabrá que se ha formado una nueva sustancia cuando identifique la presencia de: un precipitado, un gas, un cambio de color, un cambio de temperatura.

Presaberes

A qué tipo de reacción pertenece la siguiente reacción química:



¿Por qué una reacción de neutralización se considera de doble sustitución?

¿Puede existir una reacción que pertenezca a varias clases? Argumente.

¿Qué son reacciones endotérmicas y exotérmicas?

¿Qué es punto de ignición (Madera o palillo) y que ocurre cuando hay presencia de oxígeno?

Experiencia

Objetivo general. Realizar en laboratorio reacciones químicas para formar compuestos inorgánicos e identificarlos.

Objetivos específicos

- Desarrollar destrezas para identificar los diferentes tipos de reacciones químicas.
- Identificar cuando ocurre una reacción química en la práctica.
- Producir algunos compuestos inorgánicos en el laboratorio.
- Reconocer los grupos funcionales inorgánicos.
- Reconocer métodos de separación de algunos compuestos inorgánicos.

Materiales y reactivos

- Balanza corriente
- Probeta graduada de 50 ml
- Vaso de precipitado
- Pipeta Pasteur
- Tubos de ensayo
- Pinza para crisol
- Agua destilada
- Clorato de potasio
- Cinta de Magnesio
- Zinc granulado
- Ácido clorhídrico HCl
- Yoduro de potasio
- Nitrato de plomo
- Na_2CO_3 0,1 M
- Hidróxido de sodio al 10% NaOH
- Ácido sulfúrico concentrado H_2SO_4
- Alcohol etílico
- Pinza para tubo de ensayo
- Cloruro de bario 0,1 M

Procedimientos

a) Socialización de saberes previos

¿Qué son reacciones de neutralización?, y de un ejemplo de ello.

¿Qué produce la reacción entre el Ácido sulfúrico y el Hidróxido de Hierro (II)?.

¿Que se produce cuando se somete a calentamiento el KClO_3 ?

¿Que se produce cuando reacciona un metal y un ácido?

¿Que se produce cuando reacciona un oxido metálico y un ácido?

¿En cuales procedimientos ocurre neutralización?

Trabajo grupal

1. Reacción de síntesis

Someta a ignición una cinta de magnesio y anote las observaciones.

2. Reacción de descomposición.

Introduzca 1 g. de KClO_3 en un tubo de ensayo, tómelo con una pinza para tubo de ensayo y luego sométalo a la llama, dirija el extremo abierto hacia una zona libre de personas, cuando el clorato se funde y empieza a burbujear acerca un trocito de madera, puede ser una astilla, que previamente estuvo prendida y se apagó dejando un puntico rojo en ignición. Anote las observaciones.

3. Reacción de desplazamiento

Se introduce 4 ml de agua destilada en un tubo de ensayo, luego 2 ml de ácido clorhídrico, y luego se introduce un grano de zinc, y se toma otro tubo de ensayo invertido y se recoge el gas desprendido, después de un breve tiempo de reacción y recolección acérquelo a la llama. Toma nota de las observaciones.

4. Reacción de doble desplazamiento

Se introduce en un tubo de ensayo 2 ml de una solución de yoduro de potasio y en otro tubo de ensayo 2 ml de una solución de nitrato de plomo, mezcle las dos soluciones, anote las observaciones

Analizar y responder

- a) Responda las siguientes las preguntas.
- 1. ¿Qué sentiste al realizar la práctica? ¿Puede modificarse algo?
- 2. Identifica las variables existentes dentro de la práctica (si o no) ¿Por qué?
- 3. ¿Qué justificación da a los resultados obtenidos?

Anexo D. Instrumento 3. Oxido - Reducción

Estudiantes: _____

Grupo de práctica: _____

Introducción

El oxígeno es el elemento más abundante en la corteza terrestre. Es muy reactivo y puede combinarse con casi todos los demás elementos. Un elemento que se une con el oxígeno para formar un compuesto nuevo, llamado óxido, por lo general pierde electrones porque el oxígeno es más electronegativo; un elemento electronegativo tiene una atracción fuerte por los electrones, por eso el oxígeno puede aceptar electrones de otros átomos.

Las reacciones en solución acuosa se clasifican frecuentemente en tres clases diferentes: de transferencia de electrones (óxido-reducción, redox), de transferencia de protones (neutralización o ácido-base) y de precipitación (metátesis). Para entender cuantitativamente estas reacciones se deben escribir ecuaciones químicas balanceadas.

Las reacciones de óxido-reducción se caracterizan por la transferencia de electrones desde un átomo o un ion hacia otro. Por lo general el término corrosión se emplea para describir la oxidación de un metal durante su interacción con el ambiente

Fundamentación

Una reacción química es el proceso mediante el cual una o más sustancias se convierten en una o más sustancias diferentes, debido al rompimiento de enlaces y formación de otros nuevos. Se puede representar mediante una ecuación química.

La oxidación es la pérdida de electrones y la reducción es la ganancia de electrones por un átomo; También se puede definir la oxidación como un aumento en el estado de oxidación del elemento y lo contrario como reducción.

En una reacción redox la oxidación y reducción ocurren simultáneamente, depende la una de la otra y el número total de electrones perdidos por una especie en la oxidación debe ser igual al número de electrones ganados por la otra especie en la reducción. El agente oxidante acepta los electrones (sustancia que se reduce) y el agente reductor es el que suministra los electrones (sustancia que se oxida):



Estado de oxidación	Fe ⁺⁺	Mn	O ₄	Fe ⁺⁺⁺	Mn ⁺⁺
Reactivo	2	7	-2		
Productos				3	2

Fe: de 2 (como reactivo) pasó a 3 (como producto), indica que perdió 1 electrón, se oxidó, es el agente reductor.

Mn: de 7 (como reactivo) pasó a 2 (como producto), indica que ganó 5 electrones, se redujo, es el agente oxidante.

En muchos casos la reducción de un agente oxidante produce diferentes productos dependiendo del pH de la solución en donde se lleva a cabo la reacción.

Nota: El cambio en el número de oxidación de menor a mayor, indica pérdida de electrones y el cambio de mayor a menor indica ganancia de electrones.

Presaberes

Consulte las reglas generales en los estados de oxidación:

¿Cuál es la diferencia entre los procesos de oxidación y de reducción? Plante un ejemplo.

Explica ¿Cuál es el papel que cumple el agente oxidante y el agente reductor en los procesos redox? Se claro.

Cuál es el resultado de la suma algebraica de los números de oxidación de los elementos que conforman un ion poliatómico?

Determinar los números de oxidación de cada uno de los elementos que conforman estos compuestos:



Experiencia

Objetivo general. Analizar procesos prácticos de óxido - reducción

Objetivos específicos

- Demostrar el poder oxidante del Permanganato de potasio.
- Analizar la reducción del hierro y la reducción del manganeso en un medio ácido.
- Determinar los poderes relativos de los metales como agentes reductores y de los iones metálicos como agentes oxidantes.
- Realizar un cuprizado de un objeto metálico

Materiales y reactivos

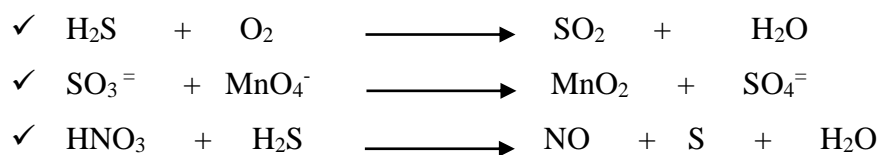
- | | | |
|--------------------------------------|---|-------------------------|
| • Tubos de ensayo | - | Acetona |
| • Pipetas de 10 mL | - | Permanganato de potasio |
| • Beaker de 50 mL | - | Trozo de zinc |
| • Solución de nitrato de zinc 0,1 M | - | Trozo de cobre |
| • Solución de nitrato de cobre 0,1 M | - | Trozo de plomo |
| • Solución de nitrato de plomo 0,1 M | - | Agua destilada |
| • Ácido sulfúrico 3M | | |

Procedimientos

a) Socialización de saberes previos

Determinar los números de oxidación de los reactivos y productos de las siguientes reacciones químicas y determine los elementos que se oxidan y se reducen:





b) Trabajo grupal. Realice el trabajo indicado en las tablas y complételas con los datos obtenidos:

Reacción del ion con una solución ácida:

Etapa	Material	Solución A	Solución B	Solución A + B
Reducción del ion MnO_4^-	Tubo de ensayo	Solución de FeSO_4 (5 mL)	Solución de KMnO_4 (5 mL)	Vierta gota a gota la solución B en la A hasta cuando cese el cambio de color
	Pipeta		+ H_2SO_4 diluido (unas gotas)	
	Beaker			

Reacciones de óxido-reducción:

Etapa	Material	Metal	Solución	Observaciones
Reacciones de óxido-reducción	Tubo de ensayo	Zinc	\checkmark Nitrato de plata \checkmark Nitrato de cobre \checkmark Nitrato de plomo	
			<i>(3 mL 0,1 M de cada una)</i>	
	Pipeta	Cobre	\checkmark Nitrato de plata \checkmark Nitrato de cobre \checkmark Nitrato de plomo	
			<i>(3 mL 0,1 M de cada una)</i>	
	Beaker	Plomo	\checkmark Nitrato de plata \checkmark Nitrato de cobre	

✓ Nitrato de plomo

(3 mL 0,1 M de cada una)

Cuprizado de objeto metálico:

Etapas	Material	Solución	Metal	Solución + clavo	Resultado
Cuprizado de objeto metálico	Tubo de ensayo Pipeta Beaker de 50 mL	Sulfato de cobre (5 mL, 0,5 M)	Clavo (limpia r con acetona y lija)	Dejar 30 segundos	

Analizar y responder

a) Responda las siguientes las preguntas.

1. ¿Qué sentiste al realizar la práctica? ¿Puede modificarse algo?
2. Identifica las variables existentes dentro de la práctica (si o no) ¿Por qué?
3. ¿Qué justificación da a los resultados obtenidos?

Anexo E. Instrumento 4. Cálculos Estequiométricos

Estudiantes: _____

Grupo de práctica: _____

Introducción

Desde el punto de vista químico, la estequiometría, se refiere a los pesos de compuestos y elementos que se producen en una reacción química en relación con el peso de algún otro reactante o producto de esa misma reacción; además, permite relacionar entre sí la masa, el volumen, el número de moles y el número de átomos o moléculas de los componentes de una reacción química.

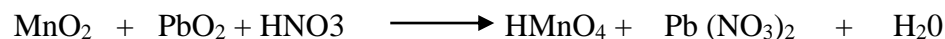
Fundamentación

Una ecuación química balanceada es una ecuación estequiométrica, cuando no está balanceada, no es estequiométrica y por consiguiente no se pueden hacer cálculos de cantidades de elementos o compuestos que desaparecen o se producen durante la reacción, la transcurre hasta el momento en que se agota uno de los reaccionantes (reactante límite); además, en muchas reacciones químicas no es posible utilizar reactivos puros y debe recurrirse a soluciones o reactivos impuros, lo cual implica la necesidad de calcular el grado de pureza de los reactivos (se expresa en %).

Presaberes

Escriba la reacción química de descomposición del Clorato de potasio.

Escriba la ecuación balanceada de la siguiente reacción.



¿Cómo se determina la composición porcentual de un elemento en un compuesto?

¿Qué cantidad del KClO_3 se requiere para obtener 10 g de O_2 ?

Experiencia

Objetivo general. Determinar cálculos estequiométricos a partir de datos obtenidos en el laboratorio

Objetivos específicos

- Conocer uno de los métodos empleados en el laboratorio para obtener oxígeno.
- Determinar la estequiometría de la reacción en la obtención de oxígeno en el laboratorio a partir de clorato de potasio.

Materiales y reactivos

- | | | |
|--|---|--------------------------|
| • Clorato de potasio (KClO_3) puro y seco | - | Frasco de boca ancha |
| • Dióxido de manganeso | - | Balanza |
| • Erlenmeyer de 200 mL | - | Espátula |
| • Beaker de 100 ml | - | Pinza con nuez |
| • Tubos de ensayo de 2,5 cm de diámetro | - | Soporte universal |
| • Tubo con desprendimiento | - | Tapón de caucho horadado |
| • Cubeta plástica | - | Manguera delgada |
| • Tubo de vidrio delgado | - | Palillos para dientes |
| • Vidrio reloj | | |

Procedimientos

a) Socialización de saberes previos

Se realizará un conversatorio de los temas consultados y se desarrollarán ejercicios de aplicación

b) Trabajo grupal

Realice el trabajo en el laboratorio completando las siguientes tablas:

Obtención de oxígeno:

Etapas	Material 1	Peso material 1	Material 2	Peso material 1 y 2	Material 3	Peso material 3
Obtención de oxígeno	Tubo de ensayo seco		Tubo de ensayo + Clorato de potasio puro y seco (según lo que indique el docente g)		Dióxido de manganeso (pisca) Adicionar al material 1 y 2	

Recolección del oxígeno:

Etapas	Material 3	Material 4	Materia 15	Materia 16	Materia 17	Materia 18	Materia 19
Recolección del oxígeno	Tubo de ensayo con Clorato de potasio + Dióxido de manganeso	Material 3 con tapón horadado, con tubo de vidrio ajustado a la manguera (montaje en el	Cubeta con 2/3 de agua y frasco boca ancha con agua invertido en la misma	Unir material 4 con material 5 a través de la manguera a introducir	Mechero encendido o calientan el material 3	Probeta de 250 mL o más invertida en la cubeta con agua y la manguera	Tubo de ensayo con contenido (frío)

soporte universal sostenido con la pinza con nuez)	da en el frasco	a del tubo de ensayo con clorato en la boca de esta
--	-----------------	---

Determinación de resultados:

Peso Material 1	Peso Material 2	Peso Material 3	Peso Material 9	Peso Residuo
-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	--------------

Peso KClO_3	Moles KClO_3	Moles O_2 liberado	g O_2 liberado	% O_2 en KClO_3
----------------------	-----------------------	-----------------------------	-------------------------	-----------------------------------

Análisis de resultados y consulta

- Complete la siguiente tabla, dependiendo de los resultados obtenidos en el laboratorio:

Moles KClO_3	Moles O_2 liberado	g O_2 liberado	% O_2 en KClO_3	Volumen de O_2 recogido
-----------------------	-----------------------------	-------------------------	-----------------------------------	----------------------------------

-
-
- Determinar los % de cada uno de los elementos componentes del clorato de potasio.
-

- Compare el volumen recogido del gas con la cantidad que se obtiene medido a las condiciones de laboratorio y su cantidad real obtenida a partir de la reacción, Halle: ¿Cuál es su porcentaje de error? Además analice que significa que tenga ese resultado.

Analizar y responder

a) Responda las siguientes las preguntas.

1. ¿Qué sentiste al realizar la práctica? ¿Puede modificarse algo?
2. Identifica las variables existentes dentro de la práctica (si o no) ¿Por qué?
3. ¿Qué justificación da a los resultados obtenidos?